

**VŠB – Technická univerzita Ostrava**  
**Fakulta elektrotechniky a informatiky**  
**Katedra elektroenergetiky**

**Návrh vytápění pro rodinný dům**  
**Proposal of Family House Heating**

**Rok:2017/2018**

**Bc. Peter Mühl**

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta elektrotechniky a informatiky  
Katedra elektroenergetiky

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Peter Mühl**  
Studijní program: N2649 Elektrotechnika  
Studijní obor: 3907T001 Elektroenergetika  
Téma: **Návrh vytápění pro rodinný dům**  
**Proposal of Family House Heating**

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Srovnání různých typů vytápění, náklady na vytápění.
2. Popis domu, výkresová dokumentace, použité materiály.
3. Výpočet tepelných ztrát.
4. Volba vhodného způsobu vytápění, ekonomické zhodnocení.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] Hradílek, Z., Lázníková, I., Král, V. Elektrotepelná technika, Praha: ČVUT Praha, 2011, ISBN 978-80-01-043938-9
- [3] Tywoniak, J. a kol. Nízkoenergetické domy 3, Praha: Grada Publishing, 2012, ISBN 978-247-3832-1
- [4] Počinková, M., Čuprová, D., Rubinová, O. Úsporný dům, Brno: Computer Press, 2012, ISBN 978-80-264-0014-1
- [5] Dufka, J. Hospodárné vytápění domů a bytů, Praha: Grada Publishing, 2007, ISBN 978-80-247-2019-7
- [6] Počinková, M., Treuová, L. Vytápění, Brno: ERA, 2002, ISBN 80-86517-35-7
- [7] Počinková, M., Treuová, L. Vytápění - Tepelná pohoda za minimální náklady, Brno: Computer Press, 2011, ISBN 978-80-251-3329-3

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Vladimír Král, Ph.D.**

Datum zadání: 01.09.2017

Datum odevzdání: 30.04.2018

prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.  
vedoucí katedry



prof. Ing. Pavel Brandštetter, CSc.  
děkan fakulty

## Prehlásenie

Prehlasujem, že som túto diplomovú prácu vypracoval samostatne. Uviedol som všetky literárne pramene a publikácie, z ktorých som čerpal.

V Ostrave: 30.4 2018

  
.....  
podpis študenta

## **Pod'akovanie**

Rád by som pod'akoval vedúcemu diplomovej práce doc. Ing. Vladimírovi Královi, Ph.D. za poskytnuté odborné rady pri vytváraní tejto práce.



## Abstrakt

Diplomová práca sa zaoberá problematikou vykurovania v rodinných domoch. Cieľom práce je popis jednotlivých vykurovacích systémov, ich zdrojov a návrh vhodného vykurovacieho systému pre zadaný objekt.

Práca je rozdelená do 4 častí. Prvá časť je teoretická a obsahuje zhrnutie poznatkov o zdrojoch tepla používaných pri vykurovaní rodinných domov a jednotlivých technických prevedeniach vykurovacích sústav s ekonomickým porovnaním. Druhá časť je praktická a obsahuje opis zadaného objektu, technického stavu, použitých konštrukčných materiálov, popis aktuálneho spôsobu vykurovania a finančných nákladov. Tretia časť obsahuje teoretickú časť podstaty výpočtu tepelnej straty budovy podľa aktuálnej normy a praktický výpočet tepelnej straty pre zadaný objekt vo výpočtovom programe *TechCON*. Na záver sú vypracované 2 varianty vykurovania pre zadaný objekt a ekonomické vyhodnotenie. Prvá varianta je ekonomického charakteru a je navrhnuté ústredné teplovodné vykurovanie s doskovými vykurovacími telesami a plynovým kotlom ako zdrojom. Druhá varianta ponúka moderné nízkotepelné telesá s použitím tepelného čerpadla vzduch-voda.

## Kľúčová slova

Elektrické vyhrievanie, tepelná pohoda, tepelné straty, klimatizácia, spotreba elektrickej energie, teplá úžitková voda, infračervené vykurovanie, elektrický kotol, tepelné čerpadlo vzduch-voda, chladenie domov, podlahové vykurovanie, plynové vykurovanie, plynový kotol

## **Abstract**

The diploma thesis is aimed on the issue of heating in family houses. The goal of the thesis is to describe the individual heating systems, their sources and the design of a suitable heating system for the given object.

The work is divided into 4 parts. The first part is theoretical and contains a summary of the knowledge about the heat sources used in the heating of family houses and individual technical designs of heating systems with economical comparison. The second part is practical and contains a description of the given object, technical condition, used construction materials, description of the current heating method and financial costs. Third part contains theoretical part of the calculation thermal loss of the building according to the current standard and the practical calculation of the heat loss for the specified object in the TechCON calculation program. Finally, two heating options for the given object and economic evaluation are developed. The first option is of an economic nature and a central hot-water heating system with central heating panels and a gas boiler is designed as a source. The second variant offers modern low-temperature central heating sources with using an air-water heat pump.

## **Key words**

Electrical heating, thermal comfort, heat loss, air conditioning, electricity consumption, hot utility water, infrared heating, electric boiler, air-water heat pump, home cooling, floor heating, gas heating, gas boiler

# Obsah

Zoznam použitých symbolov .....	10
Zoznam použitých skratiek .....	13
Zoznam obrázkov a tabuliek .....	14
Úvod .....	17
1 Porovnanie rôznych typov vykurovania, náklady na vykurovanie .....	18
1.1 Fosílna palivá .....	18
1.1.1 Uhlie a koks .....	19
1.1.2 Kotle na tuhé palivá .....	20
1.2 Biomasa .....	22
1.2.1 Pevná biomasa .....	22
1.2.2 Kotle na spaľovanie biomasy .....	24
1.3 Zemný plyn .....	25
1.3.1 Kotle na zemný plyn .....	25
1.3.2 Lokálne plynové vykurovanie .....	26
1.3.3 Centrálné plynové vykurovanie: .....	26
1.4 Priamovýhrevné elektrické vykurovanie .....	28
1.4.1 Teplovodné elektrické kotle .....	28
1.4.2 Sálavé elektrické vyhrievanie .....	30
1.4.3 Konvekčné elektrické vyhrievanie .....	32
1.4.4 Podlahové priamovýhrevné vykurovanie .....	33
1.5 Akumulačné elektrické vykurovanie .....	34
1.5.1 Akumulačné telesá .....	34
1.5.2 Podlahové akumulčné vykurovanie .....	35
1.6 Hybridné elektrické vykurovanie .....	35
1.7 Tepelné čerpadlá (TČ) .....	36
1.7.1 Princíp .....	36
1.7.2 Rozdelenie .....	37
1.7.3 Absorpčné TČ .....	37
1.7.4 Kompresorové TČ .....	38
1.7.5 Časti tepelného čerpadla .....	40
1.7.6 Parametre charakterizujúce TČ .....	41
1.7.7 Zdroje nízkopotenciálneho tepla .....	43
1.7.8 Možnosti prevádzky TČ .....	47
1.8 Klimatizácie .....	49
1.8.1 Hlavné rozdelenie klimatizačných jednotiek: .....	49
1.8.2 Princíp funkcie .....	50
1.8.3 Vzduchové systémy .....	50
1.8.4 Vodné systémy .....	51
1.8.5 Kombinované systémy vzduch-voda .....	51
1.8.6 Prevedenia klimatizačných jednotiek .....	51
1.9 Možnosti využitia tepla z výpočtovej techniky .....	52
1.9.1 Úvod .....	52
1.9.2 Technológia Blockchain .....	53
1.9.3 Decentralizácia .....	54
1.9.4 Kryptografická hashovacia funkcia <sup>(1)</sup> – Secure Hash Algorithm (SHA) .....	54
1.9.5 Priebeh platby .....	56
1.9.6 Hardwarové vybavenie výpočtovej stanice .....	57
1.9.7 Termálna analýza GPU .....	58
1.9.7 Riadenie výpočtovej stanice .....	60
Náklady na vykurovanie .....	62

2	Popis domu, výkresová dokumentácia, použité materiály.....	64
2.1	Popis domu .....	64
2.2	História domu .....	64
2.3	Súčasný stav objektu.....	65
2.4	Použité materiály .....	66
2.5	Popis súčasného spôsobu vykurovania v objekte, ohrev TUV a náklady .....	67
2.6	Ohrev TUV .....	68
2.7	Spotreba plynu a elektrickej energie .....	69
3	Výpočet tepelných strát.....	70
3.1	Postup výpočtu tepelnej straty budovy .....	70
3.1.1	Súčiniteľ prechodu tepla konštrukciou.....	70
3.1.2	Celková projektovaná tepelná strata vykurovaného priestoru .....	71
3.1.3	Projektovaná tepelná strata prechodom tepla .....	72
3.1.4	Tepelná strata priamo do exteriéru.....	72
3.1.5	Tepelná strata cez nevykurovaný priestor .....	73
3.1.6	Tepelná strata cez zeminu .....	73
3.1.7	Tepelné straty do alebo z priestorov vykurovaných na rozličné teploty.....	74
3.1.8	Projektovaná tepelná strata vetraním.....	74
3.1.9	Tepelný zakurovací výkon.....	76
3.2	Vstupné hodnoty pre výpočet tepelných strát.....	76
3.3	Software TechCON .....	77
3.4	Denostupňová metóda.....	79
4	Voľba vhodného spôsobu vykurovania, ekonomické zhodnotenie.....	81
4.1	Návrh ústredného vykurovania .....	81
4.1.1	Voľba vykurovacích telies.....	81
4.1.2	Umiestnenie vykurovacích telies .....	82
4.1.3	Návrh potrubia .....	82
4.1.4	Dimenzovanie a regulácia vykurovacej sústavy .....	83
4.1.5	Návrh zdroja tepla .....	85
4.1.6	Náklady na realizáciu .....	85
4.2	Návrh vykurovacej sústavy s TČ vzduch - voda .....	86
4.2.1	Voľba vykurovacích telies .....	87
4.2.2	Voľba tepelného čerpadla .....	87
4.2.3	Dimenzovanie TČ .....	88
4.2.4	Chladenie objektu .....	92
4.2.4	Výsledky návrhu .....	94
4.2.5	Náklady na realizáciu .....	94
	Záver .....	95
	Použitá literatúra .....	1
	Zoznam príloh.....	5
	Prílohy .....	6
	Príloha A: Pôdorys I.NP. zadaného objektu .....	6
	Príloha B: Pôdorys II. NP. zadaného objektu .....	7
	Príloha C: 3D model I.NP objektu z výpočtového programu TechCON .....	8
	Príloha D: 3D model II.NP. objektu z výpočtového programu TechCON .....	8
	Príloha E: Výsledky výpočtu tepelných strát .....	9
	Príloha F: Návrh ústredného vykurovania - pôdorys I.NP.....	10
	Príloha G: Návrh ústredného vykurovania - pôdorys II.NP.....	10
	Príloha H: Návrh ústredného vykurovania – výsledky tlakových strát .....	11
	Príloha I: Návrh ústredného vykurovania - cenová ponuka.....	13
	Príloha J: Návrh vykurovania s TČ - cenová ponuka .....	13
	Príloha K: Návrh ústredného vykurovania – rozvinutý rez.....	14
	Príloha L: Tabuľka na prepočet výkonu doskových telies.....	15

Príloha M: Hydraulické zapojenie navrhnutého TČ .....	16
Príloha N: Rozvinutý rez navrhnutých vykurovacích telies pre TČ .....	17
Príloha O: Montážne inštrukcie pre navrhnuté TČ .....	18

## Zoznam použitých symbolov

Symbol	Význam symbolu	Jednotky
A	plocha	[m <sup>2</sup> ]
A <sub>k</sub>	plocha stavebnej konštrukcie	[m <sup>2</sup> ]
A <sub>G</sub>	plocha uvažovanej podlahy	[m <sup>2</sup> ]
A <sub>i</sub>	podlahová plocha vykurovaného priestoru	[m <sup>2</sup> ]
a <sub>ie</sub>	Merná izoentropická kompresná práca kompresora	[-]
b <sub>u</sub>	teplotný redukčný činiteľ zahŕňajúci teplotný rozdiel medzi teplotou nevykurovaného priestoru a vonkajšej návrhovej teploty	[-]
COP	Vykurovací faktor	[-]
c	Merná tepelná kapacita	[J·kg/K]
c <sub>p</sub>	Merná tepelná kapacita pri konštantnom tlaku	[J·kg/K]
D	denostupeň	[D.K]
d	počet dní vykurovacej sezóny	[deň]
d <sub>i</sub>	priemer potrubia	[m]
d <sub>s</sub>	hrúbka steny	[m]
e <sub>d</sub>	opravný súčiniteľ na skrátenie doby prevádzky	[-]
e <sub>i</sub>	opravný súčiniteľ nesúčasnosti tepelnej straty vetraním	[-]
e <sub>k</sub> , e <sub>l</sub>	korekčný činiteľ vystavenia poveternostným vplyvom	[-]
e <sub>t</sub>	opravný súčiniteľ na zníženie vnútornej teploty	[-]
f	frekvencia	[Hz]
f <sub>g1</sub>	korekčný činiteľ zohľadňujúci vplyv ročných zmien vonkajšej teploty	[-]
f <sub>g2</sub>	teplotný redukčný činiteľ zohľadňujúci rozdiel medzi ročnou priemernou vonkajšou teplotou a výpočtovou vonkajšou teplotou	[-]
f <sub>ij</sub>	redukčný činiteľ teplotný činiteľ korigujúci teplotný rozdiel medzi teplotou susedného priestoru a vonkajšou výpočtovou teplotou	[-]
f <sub>k</sub>	teplotný korekčný činiteľ pre stavebnú časť	[-]
f <sub>RH</sub>	korekčný súčiniteľ, ktorý závisí na dobe útlmu a poklese teploty	[W/m <sup>2</sup> ]
G <sub>W</sub>	korekčný činiteľ zohľadňujúci vplyv spodnej vody	[-]
h	entalpia	[-]
h <sub>n</sub>	Nadmorská výška	[m]
H	výhrevnosť	[MJ/kg]
H <sub>i</sub>	výhrevnosť zemného plynu	[kWh/m <sup>3</sup> ]
HR	hashrate	[MH/s]
H <sub>s</sub>	spalné teplo zemného plynu	[kWh/m <sup>3</sup> ]
H <sub>T,ie</sub>	súčiniteľ tepelnej straty prechodom z vykurovaného priestoru do vonkajšieho prostredia plášťom budovy	[W/K]
H <sub>T,iue</sub>	súčiniteľ tepelnej straty prechodom z vykurovaného priestoru do vonkajšieho prostredia nevykurovaným priestorom	[W/K]
H <sub>T,ig</sub>	súčiniteľ tepelnej straty prechodom do zeminy z vykurovaného priestoru do zeminy v ustálenom stave	[W/K]
H <sub>T,ij</sub>	súčiniteľ tepelnej straty z vykurovaného priestoru do susedného priestoru vykurovaného na výrazne inú teplotu	[W/K]
H <sub>V,i</sub>	súčiniteľ návrhovej tepelnej straty vetraním	[W/K]
I	prúd	[A]
j	prúdová hustota	[A.cm <sup>-2</sup> ]
L	hluk	[dB]
l	dĺžka	[m]

$l_i$	Hrúbka daného materiálu	[m]
$l_t$	dĺžka lineárnych tepelných mostov	[m]
$n_{\min}$	najmenšia intenzita výmeny vzduchu za hodinu	[h <sup>-1</sup> ]
$P_e$	elektrický príkon	[W]
$P_h$	elektrický príkon hybridného ohrievača	[W]
$P_{ie}$	Izoentropický príkon kompresora	[W]
$P_t$	Elektrický príkon kompresora	[W]
$P_a$	elektrický príkon akumuláčného ohrievača	[W]
$P_{pt}$	elektrický príkon priamovýhrevného	[W]
$p$	tlak	[Pa] ; [bar]
$Q$	teplo	[J]
$Q_0$	Tepelná bilancia výmenníka tepla	[J]
$R$	odpor	[Ω]
$R$	Merná tlaková strata trením	[Pa/m]
$R_{\text{celk}}$	celkový tepelný odpor	[m <sup>2</sup> ·K·W <sup>-1</sup> ]
SCOP	sezónny vykurovací faktor	[-]
$t$	čas	[h]
$T_n$	Nabíjacia doba akumuláčného ohrievača	[h]
$T$	absolútna teplota miesta prenosu tepla – výmenníka	[K]
$T_0$	absolútna teplota zdroja tepla	[K]
$\Delta T$	teplotný rozdiel	[K]
$\Delta t$	teplotný spád	[K]
$t$	teplota	[°C]
$U$	napätie	[V]
$U$	súčiniteľ prechodu tepla	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]
$U_{\text{equiv,k}}$	ekvivalentný súčiniteľ prechodu tepla stavebnej časti	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]
$U_k$	súčiniteľ prechodu tepla stavebnou časťou	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]
$V$	celková potreba TUV na deň	[ m <sup>3</sup> /deň ]
$V_e$	expanzný objem sústavy	[l]
$V_i$	objem vykurovaného priestoru vypočítaný z vnútorných rozmerov	[m <sup>3</sup> ]
$V_{\min,i}$	Hygienický minimálny objemový tok vzduchu	[m <sup>3</sup> /h]
$V_v$	vodný objem sústavy	[l]
$v_a$	rýchlosť prúdiaceho vzduchu	[m·s <sup>-1</sup> ]
$w$	rýchlosť prúdenia vody v potrubí	[m·s <sup>-1</sup> ]
$z$	tlakové straty miestnymi odpormi	[Pa]
$z_{TM}$	činiteľ tepelných mostov	[-]
$\alpha$	súčiniteľ prestupu tepla	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]
$\alpha_e$	koeficient prestupu tepla na vonkajšej strane	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]
$\alpha_i$	koeficient prestupu tepla na vnútornej strane	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]
$\Delta p_{z,m}$	miestne tlakové straty	[Pa]
$\Delta p_{z,t}$	tlakové straty trením	[Pa]
$\varepsilon$	Vykurovací faktor	[-]
$\eta$	účinnosť	[-]
$\theta_e$	Vonkajšia výpočtová teplota	[°C]
$\theta_{\text{int,i}}$	teplota interiéru	[°C]
$\theta_{m,e}$	priemerná ročná vonkajšia teplota	[°C]
$\theta_{s1}$	teplota povrchu steny na vonkajšej strane	[°C]
$\theta_{s2}$	teplota povrchu steny na vnútornej strane	[°C]
$\lambda$	súčiniteľ tepelnej vodivosti	[W/(m·K)]
$\rho$	hustota	[kg·m <sup>-3</sup> ]

---

$\Phi$	tepelný tok	[W]
$\Phi_C$	celková potreba tepla	[MWh/rok]
$\Phi$	merná tepelná strata plošná	[W/m <sup>2</sup> ]
$\Phi$	merná tepelná strata objemová	[W/m <sup>3</sup> ]
$\Phi_{HL,i}$	projektovaný tepelný príkon pre celú budovu	[W]
$\Phi_{RH,i}$	tepelný zakurovací výkon	[W]
$\Phi_{T,i}$	návrhová tepelná strata prechodom tepla	[W]
$\Phi_{tuv,d}$	denná spotreba energie na ohrev TUV	[kWh/deň]
$\Phi_{tuv,r}$	Ročná spotreba energie na ohrev TUV	[kWh/rok]
$\Phi_{V,i}$	návrhová tepelná strata vetraním	[W]
$\Phi_{vyk,r}$	Ročná spotreba energie na vykurovanie	[MWh/rok]
$\psi_l$	činiteľ lineárneho prestupu tepla lineárneho tepelného mosta	[W/(m·K)]



---

## Zoznam použitých skratiek

Skratka	Význam
3D	3- rozmerné vývojové prostredie programu
CNG	stlačený zemný plyn ( <b>C</b> ompressed <b>N</b> atural <b>G</b> as)
COP	vykurovací faktor ( <b>C</b> oefficient <b>O</b> f <b>P</b> erformance)
CPU	centrálna procesorová jednotka ( <b>C</b> entral <b>P</b> rocessing <b>U</b> nit)
ČR	<b>Č</b> eská <b>R</b> epublika
EU	<b>E</b> urópska <b>Ú</b> nia
GPU	grafická karta ( <b>G</b> raphic <b>P</b> rocessing <b>U</b> nit)
HDO	<b>H</b> odiny na <b>D</b> ialkové <b>O</b> vládanie
HDD	Pevný disk počítača ( <b>H</b> ard <b>D</b> isk <b>D</b> rive)
IR	infračervený ( <b>I</b> nfra <b>R</b> ed)
Kč	<b>K</b> oruna <b>Č</b> eská
LNG	skvapalnený zemný plyn ( <b>L</b> iquefied <b>N</b> atural <b>G</b> as)
NP	<b>N</b> adzemné <b>P</b> odlažie
NPT	<b>N</b> ízko- <b>P</b> otenciálne <b>T</b> eplo
NT	<b>N</b> ízky <b>T</b> arif
NTB	Notebook
OS	<b>O</b> peračný <b>S</b> ystém
OZE	<b>O</b> bnoviteľné <b>Z</b> droje <b>E</b> nergie
PC	stolný počítač ( <b>P</b> ersonal <b>C</b> omputer)
RAM	pamäť s priamym prístupom ( <b>R</b> andom <b>A</b> ccess <b>M</b> emory)
RD	<b>R</b> odinný <b>D</b> om
SHA	Kryptografická hashovacia funkcia ( <b>S</b> ecure <b>H</b> ash <b>A</b> lgorithm)
SDK	sádrokartón
TČ	<b>T</b> epelné <b>Č</b> erpadlo
TUV	<b>T</b> eplá <b>Ú</b> žitková <b>V</b> oda
VT	<b>V</b> ysoký <b>T</b> arif
ŽP	<b>Ž</b> ivotné <b>P</b> rostredie
€	Euro

---

## Zoznam obrázkov a tabuliek

Číslo obrázka	Názov obrázka	Číslo strany
<i>Obr. 1.1</i>	<i>Diagram využitia energií v domácnostiach SR</i>	<i>18</i>
<i>Obr. 1.2</i>	<i>Palivá využívané na vykurovanie bytových domov v ČR</i>	<i>19</i>
<i>Obr. 1.3</i>	<i>Vývoj spotrebiteľských cien uhlia, brikiet a koksu v rokoch 2000 – 2012</i>	<i>20</i>
<i>Obr. 1.4</i>	<i>Prehorievací a odhorievací kotol na tuhé palivo</i>	<i>21</i>
<i>Obr. 1.5</i>	<i>Splynovací a automatický kotol na tuhé palivo</i>	<i>21</i>
<i>Obr. 1.6</i>	<i>Drevené pelety</i>	<i>23</i>
<i>Obr. 1.7</i>	<i>Drevené brikety</i>	<i>23</i>
<i>Obr. 1.8</i>	<i>Drevená štiepka</i>	<i>23</i>
<i>Obr. 1.9</i>	<i>Krb na pelety</i>	<i>24</i>
<i>Obr. 1.10</i>	<i>Kotol na pelety</i>	<i>24</i>
<i>Obr. 1.11</i>	<i>Kotol na splynovanie dreva</i>	<i>24</i>
<i>Obr. 1.12</i>	<i>Systém komfortného vykurovania peletami</i>	<i>24</i>
<i>Obr. 1.13</i>	<i>Závesný kondenzačný kotol Viessnam Vitodens 300-W</i>	<i>25</i>
<i>Obr. 1.14</i>	<i>Princíp spaľovania zemného plynu v kondenzačnom kotli</i>	<i>27</i>
<i>Obr. 1.15</i>	<i>Jednofázový elektródový kotol</i>	<i>29</i>
<i>Obr. 1.16</i>	<i>Smer žiarivého toku stropného žiariča</i>	<i>30</i>
<i>Obr. 1.17</i>	<i>Nástenný infražiarič EWT Strato IR 218 S</i>	<i>31</i>
<i>Obr. 1.18</i>	<i>Fólia pre podlahové vykurovanie ECOFILM F 604/55</i>	<i>31</i>
<i>Obr. 1.19</i>	<i>Kapilárne rohože pod omietku pripevnené na SDK doske</i>	<i>31</i>
<i>Obr. 1.20</i>	<i>Vyhrievacie telesá teplovodného podlahového systému</i>	<i>31</i>
<i>Obr. 1.21</i>	<i>Prúdenie vzduchu v miestnosti</i>	<i>32</i>
<i>Obr. 1.22</i>	<i>Podlahové priamovýhrevné elektrické vykurovanie odporovými káblami</i>	<i>33</i>
<i>Obr. 1.23</i>	<i>Skladba vykurovania pod koberec</i>	<i>33</i>
<i>Obr. 1.24</i>	<i>Typy akumulčných telies</i>	<i>34</i>
<i>Obr. 1.25</i>	<i>Konštrukcia skladby jednotlivých typov podlahového vykurovania</i>	<i>35</i>
<i>Obr. 1.26</i>	<i>Diagram denného zaťaženia</i>	<i>35</i>
<i>Obr. 1.27</i>	<i>Carnotov uzavretý cyklus</i>	<i>36</i>
<i>Obr. 1.28</i>	<i>Princíp funkcie absorpčného TČ</i>	<i>37</i>
<i>Obr. 1.29</i>	<i>Princíp funkcie kompresorového TČ</i>	<i>38</i>
<i>Obr. 1.30</i>	<i>Blokové schéma kompresorového TČ</i>	<i>38</i>

---

Obr. 1.31	Špirálový kompresor SCROLL	39
Obr. 1.32	Digitálny špirálový kompresor	39
Obr. 1.33	Doskový tepelný výmenník	41
Obr. 1.34	Kompaktné TČ vzduch–voda (naľavo) a delené (split) TČ (napravo)	44
Obr. 1.35	TČ zem – voda s plošným kolektorom	45
Obr. 1.36	TČ zem – voda s geotermálnym vrtom	45
Obr. 1.37	Kolísanie teploty v závislosti na meranej hĺbke	45
Obr. 1.38	TČ voda–voda s využitím podzemnej vody (naľavo) a povrchovej vody (napravo)	46
Obr. 1.39	Blokové schéma TČ v monovalentnej prevádzke	47
Obr. 1.40	Diagram pokrytia strát objektu výkonom TČ počas monovalentnej prevádzky	47
Obr. 1.41	Schéma TČ v bivalentnej monoenergetickej prevádzke	47
Obr. 1.42	Diagram pokrytia tepelných strát výkonom TČ počas monoenergetickej prevádzky	48
Obr. 1.43	Blokové schéma TČ v bivalentnej prevádzke	48
Obr. 1.44	Diagram pokrytia tepelných strát výkonom TČ v bivalentnej prevádzke	48
Obr. 1.45	Rozdiel medzi centrálnou a distribuovanou sieťou	54
Obr. 1.46	Lavínová zmena výstupu pri zmene 1 znaku vo vstupe	55
Obr. 1.47	Priebeh platby použitím technológie blockchain	56
Obr. 1.48	Architektúra CPU a GPU	57
Obr. 1.49	Teploty GPU počas záťažového testu	58
Obr. 1.50	Termálna analýza GPU počas záťažového testu	59
Obr. 1.51	chladič z rozobratej GPU AMD RX 580	59
Obr. 1.52	Výpočtová stanica s príkonom 8 kW	60
Obr. 1.53	Online manažment výpočtových staníc	60
Obr. 1.54	Konzola jednej z výpočtových staníc	61
Obr. 1.55	Výber vhodného tarifu u dodávateľa v regióne	62
Obr. 1.56	Porovnanie nákladov na vykurovanie pre dom	63
Obr. 2.1	Zadaný RD pre návrh vykurovacej sústavy	64
Obr. 2.2	Výrez z geometrického plánu	65
Obr. 2.3	Lokálne plynové kachle používané v objekte	67
Obr. 2.4	Rozmery používaných vykurovacích telies	67
Obr. 2.5	Plynový ohrievač TATRAMAT HT 120	68
Obr. 3.1	Priebeh teploty prechodom konštrukcie	70
Obr. 4.1	Vektory prúdenia vzduchu vo vykurovanej miestnosti	82

<i>Obr. 4.2</i>	<i>Návrh ústredného teplovodného vykurovania v programe TechCON</i>	<i>82</i>
<i>Obr. 4.3</i>	<i>Dôsledok zle zregulovanej vykurovacej sústavy</i>	<i>84</i>
<i>Obr. 4.4</i>	<i>Navrhnutý kondenzačný plynový kotol</i>	<i>85</i>
<i>Obr. 4.5</i>	<i>Zvolené nízkoteplotné telesá VOGEL&amp;NOOT T6</i>	<i>87</i>
<i>Obr. 4.6</i>	<i>Umiestnenie vonkajšej jednotky TČ</i>	<i>89</i>
<i>Obr. 4.7</i>	<i>Šírenie akustickej emisie vonkajšou jednotkou TČ</i>	<i>89</i>
<i>Obr. 4.8</i>	<i>Stanovenie bivalentného bodu</i>	<i>90</i>
<i>Obr. 4.9</i>	<i>Schéma navrhnutého TČ so zásobníkom TUV a akumuláčnou nádržou</i>	<i>92</i>
<i>Obr. 4.10</i>	<i>Odvod kondenzátu do zeme</i>	<i>93</i>
<i>Obr. 4.11</i>	<i>Odvod kondenzátu odtokovým potrubím</i>	<i>93</i>
<i>Obr. 4.12</i>	<i>Elektrické schéma zapojenia navrhnutého TČ</i>	<i>93</i>
<b>Číslo tabuľky</b>	<b>Názov tabuľky</b>	<b>Číslo strany</b>
<i>Tab. 1.1</i>	<i>Podmienky porovnávania COP medzi jednotlivými typmi TČ</i>	<i>42</i>
<i>Tab. 2.1</i>	<i>Skladba použitých konštrukčných prvkov domu</i>	<i>66</i>
<i>Tab. 2.2</i>	<i>Technické údaje o použitých oknách</i>	<i>66</i>
<i>Tab. 2.3</i>	<i>Technické údaje o použitých dverách</i>	<i>66</i>
<i>Tab. 2.4</i>	<i>Údaje z faktúr s označením príslušnej metódy výpočtu</i>	<i>69</i>
<i>Tab. 2.5</i>	<i>Celková ročná spotreba energie a jednotková cena</i>	<i>69</i>
<i>Tab. 3.1</i>	<i>Klimatické podmienky v zmysle STN EN 12831</i>	<i>76</i>
<i>Tab. 3.2</i>	<i>Vypočítané tepelné straty jednotlivých miestností</i>	<i>78</i>
<i>Tab. 3.3</i>	<i>Prepočet tepelnej straty budovy pre návrh nového systému vykurovania</i>	<i>78</i>
<i>Tab. 4.1</i>	<i>Nadimenzovanie vykurovacích telies</i>	<i>84</i>
<i>Tab. 4.2</i>	<i>Vypočítané tlakové straty v navrhnutom vykurovacom systéme</i>	<i>84</i>
<i>Tab. 4.3</i>	<i>Parametre navrhnutého zdroja tepla (z programu)</i>	<i>85</i>
<i>Tab. 4.4</i>	<i>Parametre nadimenzovaných vykurovacích telies</i>	<i>87</i>
<i>Tab. 4.5</i>	<i>Zistenie ročného COP z podkladov od výrobcu navrhnutého TČ</i>	<i>88</i>
<i>Tab. 4.6</i>	<i>Ročný podiel pokrytia spotreby tepla navrhnutým TČ</i>	<i>91</i>
<i>Tab. 4.7</i>	<i>Dimenzovanie akumuláčného zásobníka</i>	<i>91</i>
<i>Tab. 4.8</i>	<i>Bilancia z projektu vypočítaná programom TechCON</i>	<i>94</i>
<i>Tab. 4.9</i>	<i>Výsledky tlakových strát v sústave</i>	<i>94</i>
<i>Tab. 4.10</i>	<i>Výsledky teplotného spádu a výkonu navrhovaných vykurovacích telies</i>	<i>94</i>

# Úvod

Hlavnou úlohou vykurovacieho systému je zaistenie tepelnej pohody v obytných miestnostiach našich domovov počas zimného obdobia. Teplovodné vykurovanie existovalo už v staroveku, kedy sa využívali termálne pramene a teplou vodou sa plnili duté dosky alebo trubky umiestnené v podlahe. Prvé jednoduché tepelné výmenníky a počiatok teplovzdušného vykurovania sa datuje do 14. storočia. Rozvoj priemyselnej výroby a vynález parného stroja prispel k aktívnemu využívaniu pary na vykurovanie. Prvé parné vykurovanie s odberom pary priamo z kotla realizoval v roku 1770 James Watt.

Európska dlhová kríza spolu s rastom nezamestnanosti a poklesom priemernej životnej úrovne a všeobecnej neistoty ďalšieho vývoja má za následok snahu ľudí šetriť. K znižovaniu energetickej náročnosti okrem všeobecného nedostatku financií prispieva aj významný regulačný tlak EU na znižovanie miery znečistenia ŽP.

Veľkou neistotou sú aj ceny energií. Vďaka nie príliš rozumne nastavenej podpore veľkých fotovoltaiických elektrární stúpila cena elektrickej energie. EU vytvára integrovaný trh s energiou a pokiaľ bude v Nemecku skutočne zrealizovaná urýchlenná odstávka jadrových elektrární, tak cena nepochybne ešte stúpne. Na štátnej úrovni v ČR prebieha druhé kolo dotačného programu *Zelená úsporám*. Vzhľadom k tomu, akú významnú časť nákladov na prevádzku domu tvoria platby za energiu spotrebovanú na vykurovanie vzniká dobrá príležitosť investície do zníženia nákladov na bývanie.

V súčasnosti je najžiadanejšia stavba energeticky úsporných a nízkonákladových až pasívnych domov s minimálnymi finančnými nákladmi a energetickými požiadavkami na zabezpečenie vnútornej tepelnej pohody. V prípade už postavených objektov je snaha o dosiahnutie rovnakého cieľa - zníženie množstva finančných prostriedkov vynaložených na prevádzku systému. Pri rekonštrukcii dostávajú staré budovy nové fasády a zateplenie obalu budovy pre zníženie tepelnej straty. Problémy môžu nastať s ponechaním pôvodného systému vykurovania. Ten bol dimenzovaný na pôvodné energetické nároky, preto je dôležitá výmena alebo obnova vykurovania pri zateplení alebo rekonštrukcii budovy.

Diplomová práca je rozdelená na časti podľa zadania. Prvá časť práce obsahuje komplexné zhrnutie teoretických poznatkov o problematike vykurovania. Kapitola je rozdelená podľa druhu primárneho zdroja energie. Ku každému zdroju energie sú popísané možné technické prevedenia zdroja tepla. Najväčšia pozornosť je venovaná analýze elektrického a plynového vykurovania, pre ktoré sú v poslednej kapitole navrhnuté aj vykurovacie systémy.

Druhá časť je praktická a obsahuje zhrnutie nadobudnutých informácií o zadanom objekte a ich spracovanie do ucelenej formy. K objektu nebola pôvodne vypracovaná žiadna projektová dokumentácia.

V ďalšej časti sú popísané matematické postupy používané pri výpočte tepelnej straty budovy podľa aktuálnej normy. Praktický výpočet tepelnej straty pre zadaný objekt je realizovaný v projekčnom a výpočtovom programe *TechCON*. Súčasťou je aj výpočet ročnej spotreby tepla na vykurovanie a ohrev TUV.

V poslednej časti sú vypracované dva návrhy vykurovania pre zadaný rodinný dom. Návrhy sa líšia ako primárnym zdrojom energie, tak zdrojmi tepla a vykurovacími telesami.

# 1 Porovnanie rôznych typov vykurovania, náklady na vykurovanie.

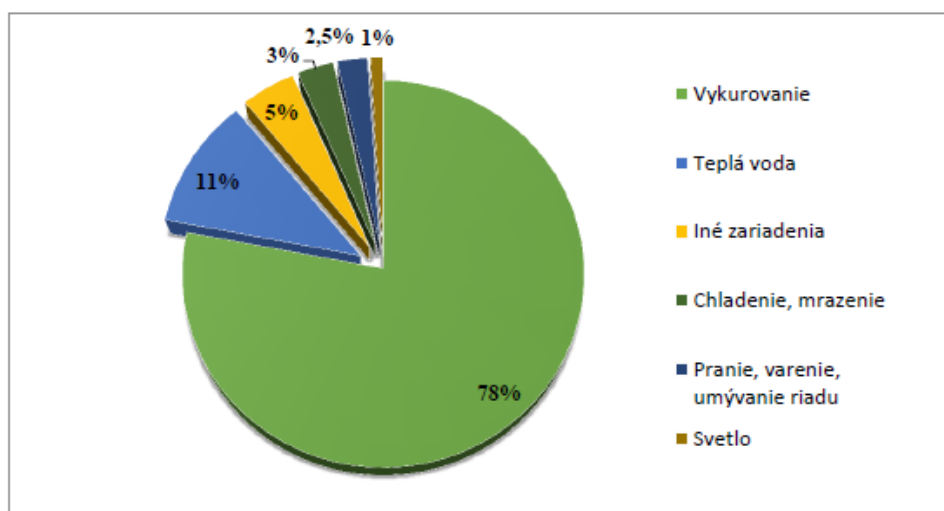
V každej domácnosti v našich klimatických podmienkach je najväčšou finančnou položkou za energie práve energia spotrebovaná na vykurovanie, ktorá tvorí až 78 % celkovej spotrebovanej energie v bežnej domácnosti (*Obr. 1.1*).

Najviac používaným primárnym zdrojom energie na výrobu tepla boli v minulosti fosílné palivá. Z fosílnych palív bolo najviac využívané drevo, ktoré je aj v súčasnosti najlepšie dostupným a najlacnejším fosílnym palivom. Za drevom hneď nasleduje čierne uhlie.

Zvyšovanie energetických potrieb ľuďstva má za následok postupné vyčerpávanie fosílnych palív. Technický pokrok ľuďstva nasleduje aj zmena primárnych zdrojov energie používaných pre vykurovanie obytných objektov. Tradičné zdroje energie ako uhlie a drevo sú postupne vytláčané modernými elektrickými vyhrievacími systémami s automatickou reguláciou a diaľkovým ovládaním.

Rastúci trend popularity je zaznamenaný aj u biomasy ako u ekologicky čistého paliva, ktoré je relatívne dobre cenovo dostupné. Ďalším veľmi rozšíreným zdrojom paliva je zemný plyn, ktorý sa vyznačuje ako komfortný primárny zdroj energie s prijateľnou cenou a dostupnosťou.

Tepelné čerpadlá sú pre vysokú počiatočnú investíciu zatiaľ v pozadí. V práci im napriek tomu bude venovaná značná pozornosť, hlavne kvôli zaujímavým ročným prevádzkovým nákladom, vysokej miere komfortu a širokým možnostiam využitia.

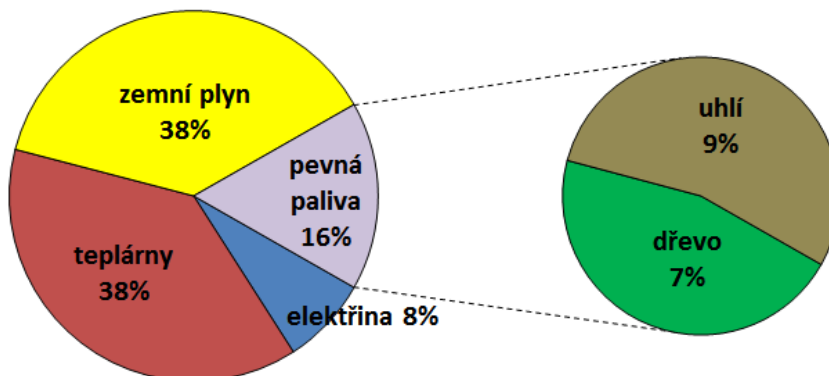


*Obr. 1.1 Diagram využitia energií v domácnostiach SR*

## 1.1 Fosílna palivá

Obdobie, kedy boli ako kľúčové hybné sily civilizácie lacné fosílna palivá je na konci. Vysoká cena a obmedzené zásoby fosílnych palív dáva možnosť vzniku novým technológiám. Vykurovanie tuhými fosílnymi palivami zaznamenalo za posledné roky veľký ústup, hlavne z ekonomických a ekologických dôvodov. Pri spaľovaní tuhých palív vzniká veľké množstvo škodlivín (emisie CO<sub>2</sub>, ortuť H<sub>g</sub>, emisie dusíka NO<sub>x</sub>, oxidy síry SO<sub>x</sub>), ktoré znečisťujú vzduch a ŽP. Pohodlné vykurovanie elektrickou energiou a pomerne lacného LNG má za dôsledok úpadok používania tohto typu paliva.

Podľa údajov zo sčítania ľudu v ČR, zaznamenalo používanie fosílnych palív až 40 % pokles medzi rokmi 2001 a 2011. Naopak vykurovanie elektrinou zaznamenalo nárast o 10 %. [1]



Obr. 1.2 Palivá využívané na vykurovanie bytových domov v ČR [1]

### 1.1.1 Uhlie a koks

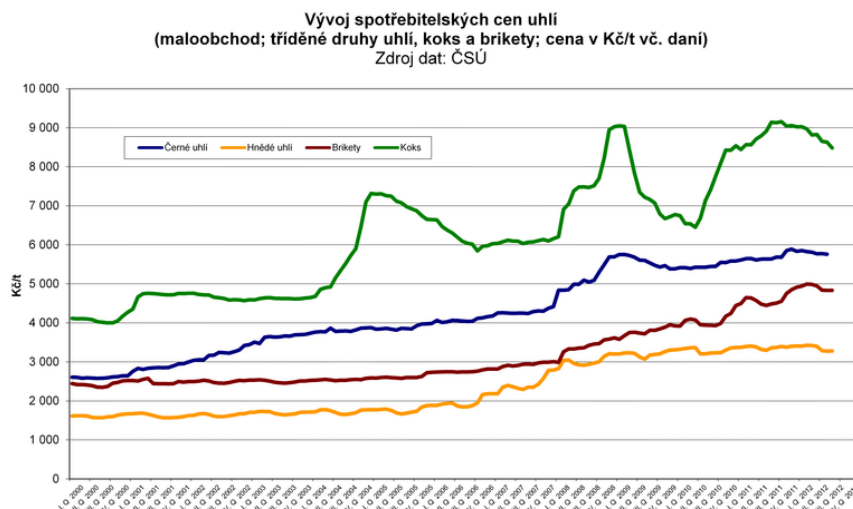
Uhlie bolo pred 10 rokmi veľmi populárny zdroj tepla v rodinných domoch. V dnešnej dobe je spoločne s drevom a peletami najlacnejším palivom vzhľadom k ročným nákladom na vykurovanie. Využívané je hlavne na dedinách a v starých domoch.

- **Hnedé uhlie** je najlacnejšie a najviac používané palivo. Vyznačuje sa najmenšou výhrevnosťou zpočiatku fosílnych palív, len 18 [MJ/kg]. Navyše najviac znečisťuje ŽP. Spaľovaním uhlia sa vytvorí o 70 % viac emisií CO<sub>2</sub> ako pri spaľovaní LNG. [2]
- **Čierne uhlie** sa vyznačuje väčšou výhrevnosťou ako hnedé. Je drahšie a šetrnejšie k ovzdušiu. Dosahuje výhrevnosť 23 [MJ/kg]. Ročné náklady na vykurovanie sú oproti hnedému uhlíu vyššie. [3]
- **Koks** sa vyrába pyrolýzou čierneho uhlia pri vysokej teplote – nad 1000 [°C] bez prístupu vzduchu. Koks vzniká prirodzeným spôsobom keď uhoľné sloje prišli do styku so žiaravou magmou. Koks sa používa aj vo vysokej peci ako redukčné činidlo pri výrobe surového železa a liatiny. Dosahuje relatívne vysokej výhrevnosti až 27,5 [MJ/kg]. [5]

#### Nevýhody vykurovania uhlím:

- |  |                              |
|--|------------------------------|
| - rastúca cena uhlia                   | - zavedenie ekologickej dane |
| - nepohodlné uskladnenie a manipulácia | - obmedzené zásoby ťažby     |

Rastúca cena uhlia je spôsobená hlavne zavedením ekologickej dane, ktorá sa na uhlie uplatňuje.



Obr. 1.3 Vývoj spotřebitelských cen uhlí, brikiet a koku v letech 2000 - 2012 [4]

### 1.1.2 Kotle na tuhé palivá

Domácnosti, které sú stále vykurované fosílnymi palivami postupne prechádzajú na moderné pohodlné, lacné a úsporné kotle na uhlie. Tieto kotle znižujú záťaž na ŽP a uľahčujú fungovanie vykurovacej sústavy. Vďaka veľkoobjemovým automatickým zásobníkom nie je potrebná častá obsluha. Pri plnom výkone kotla stačí doplniť palivo raz denne, pri zníženom výkone raz za 3 dni. [6]

#### Nedostatky starých typov kotla:

- Nízka účinnosť spaľovania okolo 60 %
- Častá obsluha
- Neekologické spaľovanie palív
- Nulová regulácia výkonu

#### Vlastnosti moderných kotlov:

- Účinnosť spaľovania presahujúca 80 %
- Automatická regulácia
- Jednoduchá obsluha kotla
- Veľké zásobníky paliva
- Nízke prevádzkové náklady
- Možnosť použiť viac druhov paliva [6]

Kotle na tuhé palivo používa na vykurovanie a ohrev TUV v ČR viac ako 500 tis. domácností. Z fosílnych palív je najviac používané uhlie a z OZE je to palivové drevo vo forme brikiet a peliet. [7]

Najdôležitejšiou vlastnosťou kotla je jeho schopnosť riadenia spaľovacieho procesu, teda kontrola nad prísunom paliva a spaľovacieho vzduchu do ohniska. Čím vyššia je schopnosť autoregulácie, tým vyšší je predpoklad pre kvalitnejšie spaľovanie.

#### Prísun paliva, teda dávkovanie môže byť:

- kotol s ručnou dodávkou paliva, palivo dodávané ručne v požadovaných intervaloch
- kotol so samočinnou dodávkou paliva, palivo dodávané v závislosti na tepelnom výkone

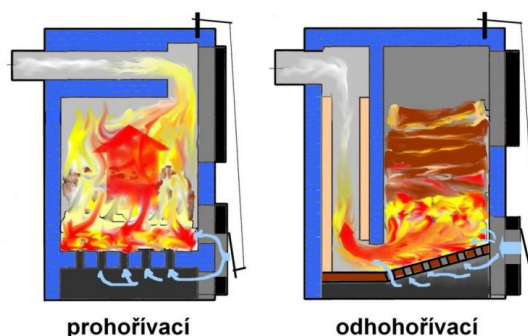
#### Prísun spaľovacieho vzduchu môže byť:

- **prírodný** - Závislý len na tahu komína ktorý vytvára v ohnisku podtlak, vďaka ktorému je vzduch do ohniska nasávaný špeciálnymi otvormi, ktoré sú regulované mechanicky.
- **nútený** - Podtlak v ohnisku je vytváraný a regulovaný odťahovým ventilátorom, poprípade je vzduch priamo do ohniska vŕhaný. Nútený prísun vzduchu znamená vyššiu kontrolu nad spaľovacím procesom.



**Technológie spaľovania** používané už viac ako 100 rokov:

- **prehorievací kotol** - Postupné spaľovanie, kde spaliny prechádzajú cez vrstvu paliva.
- **odhorievací kotol** - Postupné spaľovanie paliva v plynule dopĺňanej vrstve, pričom spaliny neprechádzajú cez doplnenú vrstvu paliva. [8]



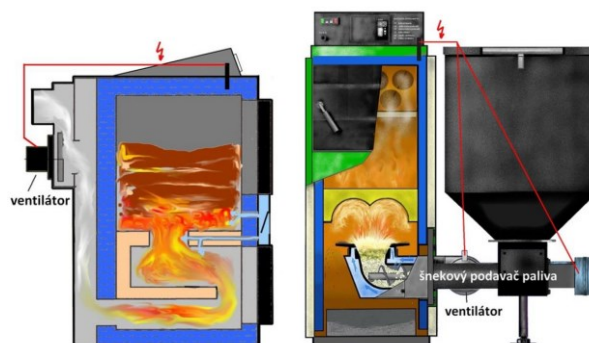
*Obr. 1.4 Prehorievací a odhorievací kotol na tuhé palivo [8]*

Podľa zákona o ochrane ovzdušia nie je možné v týchto kotloch spaľovať hnedé uhlie. Ako palivo sa smie použiť len kusové drevo alebo čierne uhlie, prípadne brikety a pelety. Tieto kotle bude možné v ČR prevádzkovať len do roku 2022. [9]

Postupne vznikli ďalšie dva typy kotlov:

- **zplyňovacie** kotle s ručnou dodávkou paliva, vyššia úroveň spaľovania je dosiahnutá riadeným prísunom spaľovacieho vzduchu ventilátorom
- **automatické** kotle so samočinnou dodávkou paliva a ventilátorom riadiacim prísun vzduchu

Kotle s ručnou dodávkou paliva sú lacnejšie, s nižším komfortom spojeným s neustálou obsluhou. Pri automatickom kotli stačí prikladať uhlie do násypky raz za 3 dni a raz za týždeň vybrať popol. Väčšina kotlov spĺňa emisnú triedu 3. [8]



*Obr. 1.5 Splyňovací a automatický kotol na tuhé palivo [8]*

Obsluha automatického kotla je oveľa komfortnejšia než kotla s ručným prikladaním, nesmie sa však zabúdať na **nevýhody** v porovnaní s inými druhmi vykurovania. Nutnosť miestnosti slúžiacej ako sklad paliva, neustála manipulácia s horľavým palivom a prašnosť v miestnosti sú neodmysliteľné nevýhody takéhoto spôsobu vykurovania. Kotle na tuhé palivá sú spravidla vhodné len pre domácnosti bez prístupu k zemnému plynu a iným zdrojom energie v snahe ušetriť.

Česká republika sa dlhodobo stretáva so znečisteným ovzduším, pričom značnou mierou sa na nečistení podieľa sektor vykurovania. Látky spôsobujúce vážne problémy s dýchaním pochádzajú práve zo zastaralých uholných kotlov. Podľa odhadov je takýchto kotlov cez 350 tis. po celej ČR. Ministerstvo ŽP ČR preto vyhlásilo dotačný program na výmenu zastaralých kotlov s cieľom vymeniť minimálne 80 tis. kotlov za nové do roku 2020. Výmena kotlov môže byť v rámci dotácie realizovaná len v rodinných domoch.

**Predmetom dotácie sú:**

- |   |  |
|---|--|
| - TČ všetkých typov                         | - kotle na biomasu so samočinnou dodávkou paliva (peletové kotle)    |
| - plynové kondenzačné kotle                 |  |
| - kotle na biomasu s ručnou dodávkou paliva | - kombinované kotle na uhlie a biomasu so samočinnou dodávkou paliva |

Výška dotácie je od 75 % do 80 % s maximálne dotovanou sumou do 150 tis. Kč. [10]

## 1.2 Biomasa

Veľmi dôležitým OZE je biomasa. Biomasu predstavuje všetka organická hmota rastlinného a živočíšneho pôvodu. Získava sa väčšinou ako odpad z priemyslu, lesníctva a poľnohospodárstva. Môže byť aj výsledným produktom cieleného pestovania v poľnohospodárstve. Je zdrojom energie s priaznivým vplyvom na ŽP. Spaľovaním biomasy sa uvoľňuje len toľko CO<sub>2</sub>, koľko stromy a rastliny pri svojom raste sami vyprodukovali. Majú tzv. nulovú bilanciu CO<sub>2</sub>. Pri vykurovaní domov využívame najviac **pevnú** biomasu vo forme palivového dreva, lisovaného dreva alebo rastlín – teda peliet a brikiet. Ďalším typom je **kvapalná** biomasa ako bionafta alebo biolieh, používané ako pohonné hmoty v doprave. Posledným typom je **plynná** biomasa, ktorá vzniká hlavne v bioplynových staniciach a je využívaná na vykurovanie, kogeneráciu a trigeneráciu. [12]

Zabezpečenie energie z OZE je dnes už všeobecne prijímaná skutočnosť doma aj v zahraničí. V rámci EU bola nevyhnutnosť využívania OZE potvrdená aj na Európskom summite v Bruseli v roku 2007, kedy bolo prijaté rozhodnutie o zabezpečení 20 % podielu energie z OZE do roku 2020. Zo všetkých OZE ako je voda, vietor, priame využitie slnka a podobne, je biomasa najdôležitejšia a tvorí až 70 – 75 %. [11]

Biomasa sa dnes podieľa na 14 % celosvetovej spotrebe primárnych energetických zdrojov. Pri raste populácie a znižovaní zásob fosílnych palív bude význam biomasy neustále narastať. Vo vyspelých krajinách ako napr. Švédsko alebo Rakúsko sa biomasa podieľa 15 % na spotrebe energie, na Slovensku je to menej ako 3 % a v Českej republike 8 %. [13]

### 1.2.1 Pevná biomasa

Pre 75 % obyvateľstva rozvojových krajín je hlavným zdrojom paliva. Vzostup používania biomasy má hlavne ekologické a ekonomické príčiny. Náklady na vykurovanie sú v porovnaní s inými palivami najmenšie. Ročný prírastok celosvetovej drevnej hmoty sa odhaduje na 12,3 mld. m<sup>3</sup>, čo predstavuje približne 1,3 násobku celosvetovej spotreby uhlia. [13]

**Najrozšírenejšou formou pevnej biomasy je drevo vo formách :**

- kusové palivové drevo, drevená štiepka, brikety, pelety, drevný odpad

Drevo je využívané na vykurovanie domácností, ohrev TUV a varenie. Výhrevnosť dreva je okolo 15 [MJ/kg] v závislosti od jeho vlhkosti. Suché drevo dosahuje výhrevnosť 17 [MJ/kg]. Ideálna vlhkosť dreva pre spaľovanie je < 15 %. S rastúcim podielom vody sa spotrebuje viac energie na premenu vody na vodnú paru, a tým sa znižuje tepelný výkon dreva. K vysušeniu dreva pod 20 % dôjde pri uložení pod prístreškom po dobu približne 2 roky. Palivové drevo je rozlišované podľa tvrdosti. Mäkké drevo z ihličnatých stromov je vhodné pre rýchle zakúrenie vo vykurovacom systéme a tvrdé drevo z listnatých stromov sa používa ako palivové s dlhou dobou horenia. [12]

**Výhody** použitia dreva ako paliva:

- ľahko dostupná obnoviteľná surovina
- najlacnejšie palivo používané pri vykurovaní domu
- dostatočný komfort vďaka moderným kotlom s automatickým dávkovaním a reguláciou

**Nevýhody** vykurovania drevom:

- vysoká časová náročnosť pri príprave a uskladnení

**Pelety** sú ekologické palivo vyrobené zlisovaním predovšetkým drevených a okrajovo aj rastlinných zbytkov z poľnohospodárskej výroby. Dodávané sú v podobe zlisovaných granúl okrúhleho tvaru s priemerom 6 mm a dĺžkou 5 – 40 mm. Na rozdiel od spaľovania dreva horenie peliet nevytvára dym. Pri dokonalom spaľovaní vzniká len bezfarebný CO<sub>2</sub>, vodná para a minimálne množstvo škodlivín. Pelety majú nízku vlhkosť < 8 % a nízky obsah popola. [12]

**Výhody** použitia peliet ako paliva pre vykurovanie:

- neobsahujú žiadne chemické látky, organické, ekologické palivo
- vysoký komfort obsluhy v prípade použitia kotla s automatickým dávkovaním
- výhrevnosť okolo 18 [MJ/kg] je vyššia ako u niektorých druhov uhlia
- lepšie uskladnenie ako v prípade dreva, pohodlnejšia manipulácia ako s drevom

**Brikety** sú vyrobené podobne ako pelety ale majú tvar hranola a veľkosť 10 – 30 cm. Majú takmer totožné vlastnosti ako pelety a výhrevnosť v rozmedzí 12 – 18 [MJ/kg]

**Štiepka** je rozdrvená drevená hmota získaná ako odpad z lesnej ťažby, priemyselného spracovania dreva alebo z rýchlo rastúcej dreviny. Obsah vody ihneď po ťažbe je 55 %. Výhrevnosť štiepky je v rozmedzí 8 – 15 [MJ/kg]. [14]



Obr. 1.6 Drevené pelety



Obr. 1.7 Drevené brikety;



Obr. 1.8 Drevená štiepka

### 1.2.2 Kotle na spaľovanie biomasy

**Krbová pec na pelety** je jednoduchá pec s ľahkou obsluhou s estetickým vzhľadom horiaceho ohňa v miestnosti ako vidno na *Obr. 1.9*. Teplo sa šíri prevažne radiáciou, v prípade zapojenia ventilátora aj konvekciou ohriateho vzduchu. V kombinácii s tepelným výmenníkom je možné pec používať aj na ohrev TUV. Tepelný výkon bežnej pece na pelety sa pohybuje v rozmedzí 6 – 10 [kW] s účinnosťou spaľovania až 90 % a automatickou reguláciou. Pri výkone 6 [kW] sa uvažuje o vykurovanej ploche do 60 [m<sup>2</sup>]. Vzhľadom k výkonu je pec vhodná do menších bytov, jednotlivých miestností, alebo nízkoenergetických domov. Zásobník sa dopĺňa raz za 2 - 4 dni. [12]

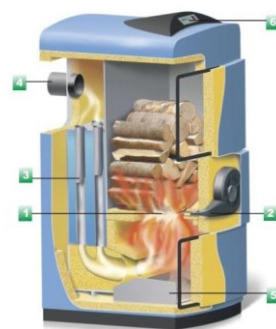
**Kotol na pelety** je moderné plne automatické zariadenie s nízkymi emisiami a dobrými spaľovacími vlastnosťami. Jedná sa o ekologicky šetrné kotle s komfortnou obsluhou. Peletový kotol je určený na vykurovanie jedného a viac rodinných domov, kancelárií, dielní alebo prevádziek. Možno je aj príprava TUV. Výkon sa pohybuje v rozmedzí 10 – 30 [kW] s automatickou reguláciou podľa požadovanej teploty. Účinnosť dosahuje až 94 % a vykurovacia plocha je stanovená pri merných tepelných strátach objektu 50 [W/m<sup>2</sup>] a výkone kotla 10 [kW] na 200 [m<sup>2</sup>]. Najčastejšie býva umiestnený v pivniciach. Príklad takéhoto moderného kotla je zobrazený na *Obr. 1.10* a systém komfortného vykurovania peletami je vidieť na *Obr. 1.12*. [12,15]



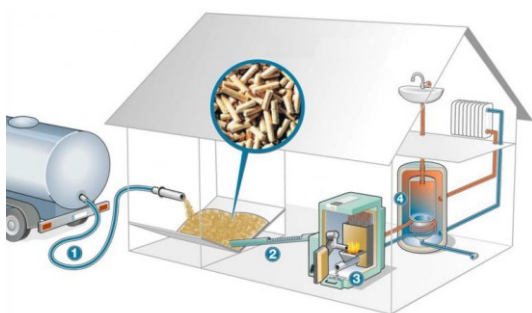
*Obr. 1.9 Krb na pelety*[12]



*Obr. 1.10 Kotol na pelety*[15]



*Obr. 1.11 Kotol na splyňovanie dreva*



*Obr. 1.12 Systém komfortného vykurovania peletami*[12]

*Popis častí Obr. 1.12 :*

*1 – doprava peliet z cisterny do skladu*

*2 – dávkovanie peliet dopravníkom*

*3 – kotol na pelety s automatickým dávkovaním*

*4 – akumulčná nádoba na ohrev TUV*

**Kotol na splyňovanie dreva** (*Obr. 1.11*)- je úsporné zariadenie na vykurovanie a ohrev TUV v RD a menších priemyselných budovách. Ako palivo sa používa kusové drevo, brikety alebo štiepka. Oproti automatickým kotlom na pelety sú splyňovacie kotle lacnejšie, ale s nutnosťou pravidelnej obsluhy. Účinnosť dosahuje 92 % a tepelný výkon sa pohybuje v rozmedzí 15 – 50 [kW] s možnou reguláciou. [12,15]

### 1.3 Zemný plyn

Veľmi rozšírený primárny zdroj energie je zemný plyn. Je to bezfarebný horľavý plyn, ľahší ako vzduch, tvorený zmesou uhľovodíkov, prevažne metánu  $\text{CH}_4$  (98%), ethánu  $\text{C}_2\text{H}_6$ , propánu  $\text{C}_3\text{H}_8$  a butánu  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ . Zemný plyn je bez zápachu a pridávajú sa do neho páchnuce plyny aby bola možná čuchová identifikácia koncentrácie zemného plynu vo vzduchu. V domácnostiach sa používa na varenie, ohrev TUV a vykurovanie. V priemyselnej energetike sa používa v teplárňach, v elektrárnach a v kogeneračných jednotkách. Využíva sa aj v doprave ako pohon vozidiel, kde sa vyskytuje v dvoch formách a to ako CNG a LNG. CNG je stačený zemný plyn pri tlaku 200 [bar] a LNG je skvapalnený zemný plyn pri teplote  $-162$  [°C]. [17]

Mnohé domácnosti prešli z využívania tuhých palív k spaľovaniu zemného plynu. Jedná sa o ekologický spôsob vykurovania. Zemný plyn sa radí medzi fosílné palivá. U nás si získal obľubu nielen vďaka cene a ľahkému rozvodu, ale aj vďaka pohodlnému ovládaniu zariadení na zemný plyn. Hlavnou nevýhodou je rastúca cena ropy, od ktorej sa odvíja cena zemného plynu. [19]

#### Výhody použitia zemného plynu ako vykurovacieho paliva:

- bez potreby uskladnenia paliva
- vysoká účinnosť 90 % a viac
- rozvody plynu sú takmer všade
- spotrebiče na plyn sú pomerne lacné
- ekologické palivo
- jednoduché na obsluhu a reguláciu
- spaľovaním vzniká minimum emisií

#### 1.3.1 Kotle na zemný plyn

Pri zvažovaní vykurovania rodinného domu zemným plynom je nutné sledovať viacero faktorov. Sú nimi: výkon  $P$  [kW], účinnosť  $\eta$  [%], náročnosť na obsluhu, množstvo škodlivín dostávajúcich sa do ovzdušia pri spaľovaní alebo cena. [16]

#### Kotle delíme podľa umiestnenia na:

- **stacionárne** - stojace na zemi, vykurejúce rozsiahlejšie priestory napr. školy, úrady, haly
- **závesné** - zavesením značne šetria priestor, sú vhodné aj do bytov

Podľa spôsobu prevádzky rozlišujeme 3 základné druhy plynových kotlov:

- **teplovodné** kotle
- **kondenzačné** kotle
- **nízkoteplotné** kotle



Obr. 1.13 Závesný kondenzačný kotol Viessnam Vitodens 300-W [18]

### 1.3.2 Lokálne plynové vykurovanie

Teploto vzniknuté spaľovaním je odovzdávané do miestnosti z časti konvekciou 75 % a z časti radiáciou 25%. Teplota spalín vychádzajúcich zo spaľovacej komory je 200 °C preto sú zariadenia vybavené vonkajším plášťom. Vzduch prechádzajúci priestorom medzi plášťami sa zohrieva a odovzdáva teplo do miestnosti. [19]

Využívanie lokálnych plynových kachiel je veľmi obľúbeným spôsobom vykurovania. Značná časť odberateľov dáva prednosť lokálnym plynovým vykurovacím zariadeniam pred inštaláciou plynového kotla a teplovodného vykurovacieho systému.

#### Výhody lokálneho plynového vykurovania:

- nezávislý zdroj tepla s ovládaním pre každú miestnosť samostatne
- v prípade poruchy jedného zariadenia je výkon ostatných stále dostatočný na ohrev objektu
- pri inštalácii odpadajú starosti s montážou a reguláciou teplovodného systému
- prevádzka je nezávislá na dodávke elektrickej energie

#### Nevýhody lokálneho plynového vykurovania v porovnaní s plynovými kotlami:

- nižšia účinnosť v porovnaní s teplovodným systémom
- horšia regulácia vzduchu vo vykurovanej miestnosti
- nerovnomernosť ohriatia miestnosti

#### Typy plynových kachlí:

- **prevedenie „B“** : V minulosti boli veľmi populárne. Odoberali však vzduch potrebný na prevádzku miestnosti. Museli byť preto vybavené prerušovačom ťahu, ktorý zabezpečil udržanie podtlakových podmienok v odťahu spalín a do miestnosti musel byť zabezpečený prívod dostatočného množstva čerstvého vzduchu.
- **prevedenie „C“** : V tomto prevedení bolo inštalovaných takmer 250 tis. kachiel. Toto prevedenie bolo nezávislé na dodávke vzduchu z miestnosti a neboli obmedzené veľkosťou miestnosti ani prívodom čerstvého vzduchu.
- **plynové kachle s vstavaným tepelným výmenníkom**: Kombinácia kachiel a teplovodného okruhu. Miestnosť v ktorej sú kachle nainštalované je vykurovaná teplovzdušne a tepelný výmenník je súčasťou teplovodného okruhu ktorým je možné vykurovať ďalšie miestnosti.[19]

### 1.3.3 Centrálné plynové vykurovanie:

**Nízkoteplotná technika** – Základnou podmienkou konštrukcie teplovodných kotlov v minulosti bolo zabránenie kondenzácii vodnej pary. Konštrukcia musela byť preto tak vyriešená, aby teplota vody neklesla pod 65 [°C], čomu zodpovedala teplota spalín 150 – 170 [°C]. Teplovodné kotle dosahujú v porovnaní s kondenzačnými kotlami nižšej účinnosti  $\eta = 90$  [%] a sú lacnejšie. Konštrukcia kotlov dovoľuje pri záťaži vychladiť spaliny aj pod 100 [°C] bez nebezpečia kondenzácie. Tieto kotle nepracujú s konštantnou teplotou vody ale ihneď po zapálení prúdi voda do systému, dochádza tak k lepšiemu chladeniu spalín a zníženiu strát v komíne a straty sálaním. Teplo unikajúcich spalín je nevyužitých, preto sa odporúča výmena za kondenzačný kotol s vyššou účinnosťou. [19]



**Kondenzačná technika** – Spaľovaním zemného plynu vzniká mimo  $\text{CO}_2$  aj určité množstvo vody. Počas horenia dochádza k jej ohrevu a spolu s  $\text{CO}_2$  odchádza preč vo forme spalín. Spaliny však odnášajú so sebou aj časť tepelnej energie tzv. latentné teplo. V tomto prípade sa definuje výhrevnosť zemného plynu  $H_i = 9,97 \text{ [kWh/m}^3]$ . V prípade ak by všetky para skondenzovala na kvapalnú vodu, definuje sa spalné teplo plynu  $H_s = 9,97 \text{ [kWh/m}^3]$ . Ak sú spaliny ochladené pod teplotu rosného bodu  $> 57[^\circ\text{C}]$  tak vodná para bude kondenzovať a nastane uvoľnenie latentného tepla. Podielom spáleného tepla a výhrevnosti je vidno, že teplo získané úplnou kondenzáciou tvorí 11 [%] z výhrevnosti plynu. Toto teplo je využívané na pred-ohrev vratnej vody. Preto účinnosť týchto kotlov dosahuje až  $\eta = 97,5 \text{ [%]}$ . Každý kondenzačný kotol je vybavený odvodom kondenzátu [21]

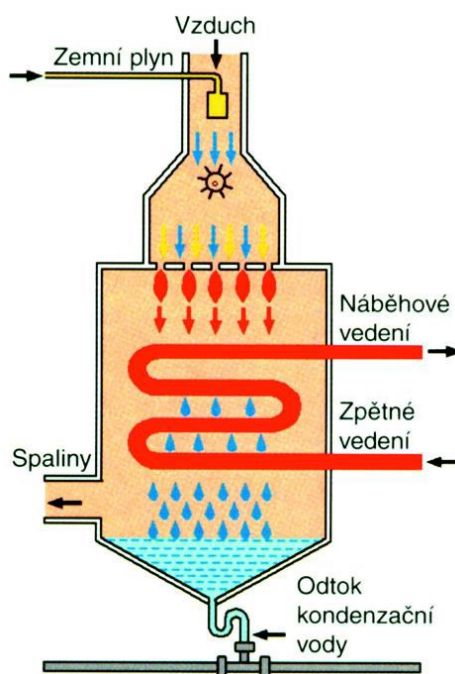
#### Výhody použitia kondenzačných kotlov:

- lepšie využitie časti kondenzačného tepla zo spalín
- zvýšená výhrevnosť plynu až o 11 [%]
- dosahujú menšie straty vplyvom ochladzovania telesa kotla
- lepšom ročnom využití spotrebovanej energie
- možnosť spaľovania zemného plynu, kvapalného propánu alebo propán – butánu len s úpravou horáka (možné u všetkých typov plynových kotlov)

#### Nevýhody kondenzačných kotlov:

- cena je rádovo o 10 až 20 tis. Kč vyššia ako u nízko-teplotných a teplovodných kotlov

Odhadovaná návratnosť investície do výmeny teplovodného kotla za kondenzačný je 4 až 5 rokov.



Obr. 1.14 Princíp spaľovania zemného plynu v kondenzačnom kotli [20]

## 1.4 Priamovýhrevné elektrické vykurovanie

Vykurovanie elektrickou energiou je napriek vysokej jednotkovej cene na vzostupe. Medzi rokmi 2001 a 2010 došlo zvýšeniu počtu domácností vykurovaných elektrinou o 10 % . [1]

### Výhody elektrického vykurovania:

[26]

- plne automatická a tichá prevádzka
- vysoká miera komfortu
- ľahká a presná regulácia výkonu
- použitie na miestach bez plynofikácie
- vhodná alternatíva pre ľudí ktorí odmietajú plynové vykurovanie
- zaujímavé investičné náklady
- dobré prevádzkové náklady
- nie je nutná výstavba komínu
- vhodné pri zostavovaní systémov s viac zdrojmi
- v NT je možné využívať všetky elektrické spotrebiče

**Zdrojom tepla** v prípade elektrického vykurovania môže byť :

- elektrické priamovýhrevné teleso
- tepelné čerpadlo.
- elektrické akumulčné teleso
- počítačový čip

Priamovýhrevné elektrické teleso pracuje na princípe priamej premeny elektrickej energie na teplo formou Jouleových strát. Dochádza k bezprostrednému šíreniu tepla do priestoru. Na zabezpečenie požadovanej tepelnej pohody musí byť takýto systém vybavený regulačným obvodom. [28]

**Priamovýhrevné elektrické vykurovacie systémy sa delia podľa umiestnenia zdroja tepla na:**

**Lokálne** - Zdroj tepla je umiestnený priamo vo vykurovanej miestnosti.

[22]

**Patria sem:**

- priamovýhrevné konvektory
- podlahové vykurovacie káble
- priamovýhrevné radiátory
- sálavé vykurovacie telesá

**Centrálny rozvod tepla** – Zdroj tepla je umiestnený mimo vykurovanej miestnosti. Teplovodná sieť je napájaná z jedného zdroja tepla. Výhodné pre priemysel, ktorému dodáva do prevádzky technologické teplo a paru, aj pre mesto ktoré získava energiu na vyhrievanie a prípravu TUV. Znižuje počet lokálnych kotolní na pevné palivo a zvyšuje komfort obyvateľstva.

V RD je zdroj tepla umiestnený mimo vyhrievaných priestorov. V RD sa zdroj tepla umiestňuje do technickej miestnosti alebo podzemného podlažia – pivnice. Z dôvodu úspory miesta a pretože dochádza k prirodzenému ohrevu obytných miestností umiestnených nad zdrojom tepla. Z miestnosti so zdrojom tepla je rozvodmi vedená voda do radiátorov v umiestnených v obytných miestnostiach. Elektrické priamovýhrevné centrálné zdroje tepla sú teplovodné elektrické kotle.

### 1.4.1 Teplovodné elektrické kotle

Využívajú ako teplonosné médium vodu, ktorá je po ohriatí rozvedená v potrubíach do radiátorov alebo iných teplovodných telies. Sú vhodnou náhradou za kotle na pevné palivo.

**Delia sa podľa spôsobu ohrevu vody:**

- odporové kotle
- elektródové kotle



## Elektrický odporový kotol

Voda je ohrievaná pomocou odporovej špirály. Princíp ohrevu popisuje Jouleov zákon: Prechodom prúdu  $I$  vodičom s odporom  $R$ , za čas  $t$  vzniká vo vodiči teplo  $Q$  [J]

$$Q = R \cdot I^2 \cdot t = P \cdot t = [J] \quad (1.1)$$

Nabité častice, ktoré sú nositeľmi elektrického prúdu, odovzdávajú kinetickú energiu svojho usmerneného pohybu časticiam viazaným na stálu rovnovážnu polohu v kryštalickej mriežke. Tým zvýšia energiu ich termických kmitov. Táto energia sa prejaví ako tepelná energia. Vzniknutý tepelný výkon je rovný výkonu elektrického prúdu prechádzajúceho vyhrievacím telesom, ktoré je vyhotovené z odporového materiálu a je závislé na jeho elektrickom odpore  $R$ .

## Elektródový kotol

Pre prípravu TUV sa využíva tepla vzniknutého priamym prechodom prúdu ohrievanou vodou. Používa sa striedavý prúd pre zabránenie vzniku výbušných plynov a korózie. Prúd je vedený elektródami ponorenými do vody. Hustota prúdu na povrchu elektródy sa volí do  $1,5 \text{ [A} \cdot \text{cm}^{-2}]$ .

Elektródové kotle sa vyrábajú pre napätia: 230 [V] 400 [V] v priemysle až 35 [kV]

### Elektródy sa delia podľa vyhotovenia na :

- doskové
- tyčové
- pevné
- nastaviteľné

### Elektródy sa vyrábajú:

- z grafitu pre malé príkony
- z ušľachtilých ocelí pre veľké príkony

### Výhody elektrokotlov:

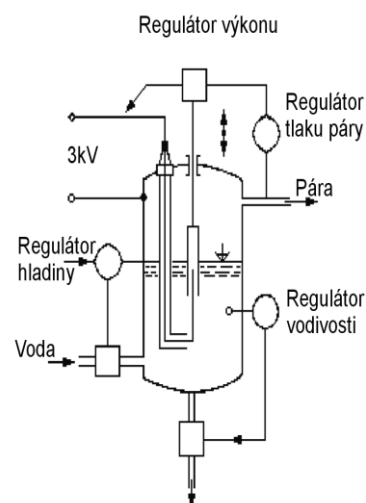
- Malá konštrukcia
- Jednoduchosť
- spoľahlivosť
- Nízka cena

### Regulácia elektródových kotlov:

- zmenou vzdialenosti elektród
- plochou elektród
- zmenou konduktivity vody
- vytiahnutím alebo zasunutím elektród

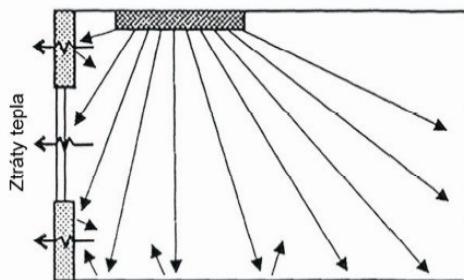
Výkon kotla závisí od teploty vsázky. Pri výpadku energie dôjde k ochladeniu teplotnosného média. Po obnovení dodávky el. energie kotol nejde na plný výkon, pretože výkon kotla závisí od teploty vsázky. Pri zapnutí kotol odoberá teda menší prúd než pri ustálenom chode. Kotol sa zvyčajne nastavuje na najväčšie mrazy, čiže na vonkajšiu výpočtovú teplotu v daných klimatických podmienkach. Zloženie jednofázového kotla je na Obr. 1.15. [24]

Obr. 1.15 Jednofázový elektródový kotol[24]



### 1.4.2 Sálavé elektrické vyhrievanie

Každé teleso s teplotou vyššiou ako 0 K vyžaruje do svojho okolia elektromagnetické vlnenie s určitou vlnovou dĺžkou. Smer prúdenia energie je od teplejšieho telesa k chladnejšiemu. Na tomto princípe pracujú sálavé elektrické ohrievače. K prenosu tepelnej energie dochádza hlavne žiarením – radiáciou. Vyžarovanie tepelnej energie stropným sálavým panelom je zobrazené na Obr. 1.16. Zo škály vyžarovaných vlnových dĺžok nás zaujímajú len tie, ktoré môžu byť telesom absorbované a premenené na teplo. Používajú sa vlnové dĺžky v rozmedzí 7,5 až 10  $\mu\text{m}$ . Táto vlnová dĺžka zodpovedá infračervenému žiareniu. Predmety pohltia približne 85 [%] žiarivej energie a zbytok žiarivého toku odrazia 15 [%]. Ďalšie predmety sa ohrejú od odrazeného žiarivého toku a následne zohrievajú vzduch.



[24,25]

Obr. 1.16 Smer žiarivého

toku stropného žiariča [24]

Použitie sálavých panelov je veľmi široké. Sálavé panely sú určené na vytvorenie tepelnej pohody v dielňach so svetlou výškou do 3,2 [m], pre chov ušľachtilých zvierat, temperovanie skleníkov apod. Pre vykurovanie bytových priestorov sú určené panely s menším menovitým príkonom. [24]

Medzi sálavé elektrické vykurovania sa radia systémy, u ktorých dochádza k prenosu tepla buď výhradne sálaním, alebo kombináciou sálania a konvekcie s prevahou sálavej zložky. [30]

#### Hlavné výhody sálavého zdroja tepla:

- jednoduchá regulácia a automatizácia
- úspora až 25 [%] elektrickej energie oproti konvekčnému systému
- rovnomerné vertikálne rozloženie teploty, rozdiel pri zemi a pri stope len 1- 2  $^{\circ}\text{C}$
- na zaistenie tepelnej pohody pri teplotách 18 – 19  $^{\circ}\text{C}$  stačí ohriať predmety v miestnosti sálavým tokom na 20 - 22  $^{\circ}\text{C}$ .

#### Prevedenia sálavých elektrických vykurovaní:

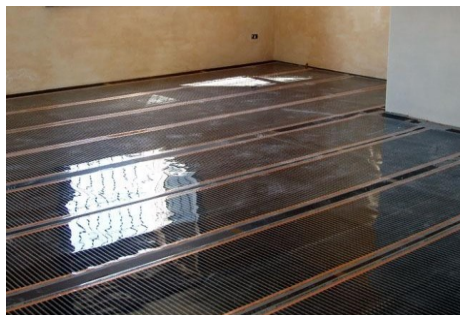
**Nízkoteplotný sálavý panel** - Sú využívané v obytných aj komerčných priestoroch ako prídavné vyhrievacie systémy. Dosahujú povrchovú teplotu 25-40  $^{\circ}\text{C}$ . Vyhrotené sú v prevedení ako nízkoteplotný stropný alebo nástenný panel. Vyhrievacím prvkom býva tkaná fólia na bázi grafitu, oddelená od viditeľnej časti dielektrickou izolačnou doskou. Vyrobené sú z tvrdeného skla alebo z kamennej dosky. Prispievajú k estetickému kvalite interiéru. Vyznačujú sa nízkou spotrebou elektrickej energie. Nižšia spotreba má za dôsledok nízky výkon, preto sa používajú ako doplnok k hlavnému zdroju tepla.

**Radiátory** v použití so zdrojmi: elektrokotol, akumulčný zásobník alebo TČ

Klasický systém ktorý používa radiátory ako výhrevné teleso. V minulosti používané liatinové článkové radiátory sú nahradované modernými doskovými telesami.

**Infražiarič** - Vyhrievacie teleso dosahuje vysokú povrchovú teplotu až 250 [°C]. Teleso preto dokáže zabezpečiť tepelnú pohodu aj pri nižšej teplote okolitého vzduchu. Sálanie je usmernené reflektorom do požadovaného smeru. Vyhrievacím telesom je infražiarovka v tvare tenkej trubice. Používajú sa v dielenských priestoroch a skladoch. Príklad takéhoto telesa je na *Obr. 1.17*.

**Vyhrievacia fólia** - Využíva sa ako veľkoplošné stropné, nástenné a podlahové vykurovanie interiéru tam kde nie je možné použitie vysokých povrchových teplôt. Vyhrievanie je tenkou fóliou s hrúbkou 0,4 mm zakrytou pri stropnom prevedení sádkokartónom, ktorý má pozitívny vplyv na rovnomerné rozloženie vnútornej teploty interiéru. Pri montáži ako podlahové vykurovanie je fólia umiestnená pod finálnu vrstvu podlahy. Fólia pre podlahové vykurovanie je na *Obr. 1.18*.



*Obr. 1.18 Fólia pre podlahové vykurovanie [30]*



*Obr. 1.17 Nástenný infražiarič [30]*

**Nástenné sálavé priamovýhrevné teleso** - Technické prevedenie priamovýhrevného elektrického telesa ako špeciálne infračervené priamovýhrevné teleso (IR) u ktorého sa zhruba 50 % tepla šíri radiáciou a 50 % konvekciou. Jedná sa teda o hybrid medzi konvektorom a IR vyhrievacím panelom.

**Vykurovacie káble a rohože** - Pri tzv. mokrej skladbe podlahovej konštrukcie sú vyhrievacie káble zaliate tenkou vrstvou betónu alebo anhydridu (4-6 cm) ktorá zaisťuje rovnomerné plošné rozloženie teploty. Vyhrievacím telesom je elektrický odporový kábel aplikovaný buď ako vyhrievací okruh alebo vyhrievacia rohož

**Kapilárne rohože** v použití so zdrojmi: elektrokotol, akumulčný zásobník alebo TČ

Veľkoplošný systém stropného sálavého vykurovania a chladenia na *Obr. 1.19* je tvorený hustou sieťou jemných kapilár inštalovaných za viditeľnou vrstvou stropu. Teplota kvapaliny v kapilárach je riadená výkonom elektrického zdroja.

**Teplovodné podlahové vykurovanie** so zdrojmi: elektrokotol, akumulčný zásobník, TČ



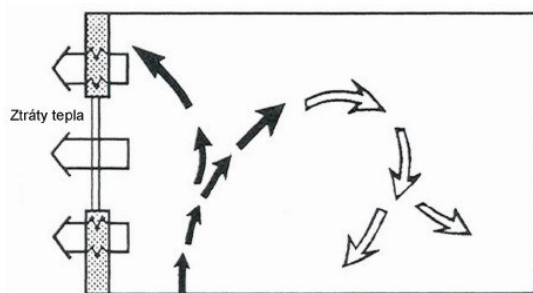
*Obr. 1.20 Telesá podlahového systému [30]*



*Obr. 1.19 Kapilárne rohože na SDK doske [30]*

### 1.4.3 Konvekčné elektrické vyhrievanie

Pracuje na princípe priamej premeny elektrickej energie na teplo. Teplo je odovzdávané do okolia primárne konvekciou ohriateho vzduchu. Princíp šírenia konvekčného tepla je daný neustálym pohybom častíc vedúcim k prúdeniu hmoty s rôznou teplotou, pričom teplejšie častice stúpajú smerom hore. Je to dané hustotou kvapalín a plynov, ktorá so zvyšujúcou sa teplotou klesá. Studený vzduch je privádzaný zdola cez konvektor, kde dochádza k ohriatiu vzduchu ktorý následne vychádza von. Takto je zabezpečená prirodzená, pasívna cirkulácia vzduchu v miestnosti ako je znázornené na Obr. 1.21.



Obr. 1.21 Prúdenie vzduchu v miestnosti [24]

Existuje mnoho prevedení elektrických konvektorov. Najrozšírenejší je konvektor s olejovou náplňou. Moderná automatizácia umožňuje jednoducho a lacno ovládať a regulovať takéto zdroje.

**Podľa montáže do miestnosti sa konvektory delia na:**

- prenosné
- pevne namontované

**Podľa cirkulácie vzduchu delíme konvektory na:**

- s nútenou cirkuláciou vzduchu
- s pasívnou cirkuláciou vzduchu

**Výhody konvekčných vykurovacích telies:**

- jednoduchá konštrukcia
- lacná automatizácia zariadení
- nenáročná regulácia teploty
- rýchly ohrev vzduchu v miestnosti

**Elektrické konvektory sú napríklad:**

- priamovýhrevný konvektor
- TČ vzduch- vzduch
- teplovzdušné elektrické vykurovanie

**Dimenzovanie vykurovacích telies**

Pre rýdzo akumulčný systém platí:

$$P_h = 0,6 \cdot P_a [kW] \quad (1.2)$$

kde:  $P_h$  - príkon hybridného ohrievača [kW]

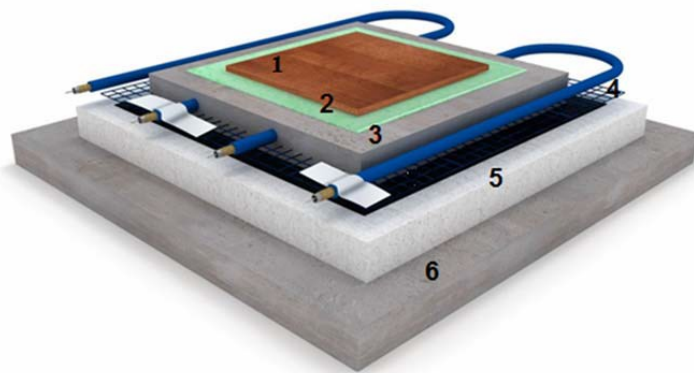
$P_a$  - príkon akumulčného ohrievača vypočítaný podľa vzťahu pre akumulčný ohrievač s nabíjacou dobou  $T_n = 8$  hod [kW]

Pre priamovýhrevný zdroj platí:  $P_{pt} = 0,4 \cdot P_a [kW] \quad (1.3)$

kde:  $P_a$  - príkon akumulčného ohrievača [kW]

#### 1.4.4 Podlahové priamovýhrevné vykurovanie

Tento spôsob vyhrievania je najlepší z hľadiska komfortu a dosiahnutia ideálnej tepelnej pohody. Účinnosť premeny elektrickej energie na teplo je nižšia než u konvekčných typoch, čo je spôsobené tepelnou zotrvačnosťou materiálu podlahy – betónom. Realizácia spočíva v zaliatí výhrevných káblov betónovou vrstvou o hrúbke 3 až 5 cm. Rez jednotlivými vrstvami je na Obr. 1.22.



Popis konštrukčnej skladby k Obr. 1.22 :

1 – Podlaha

2 – Lepidlo

3 – Betónová vrstva so zaliatymi priamovýhrevnými káblami

4 – PE fólia

5 – Tepelná izolácia

6 – Základová doska

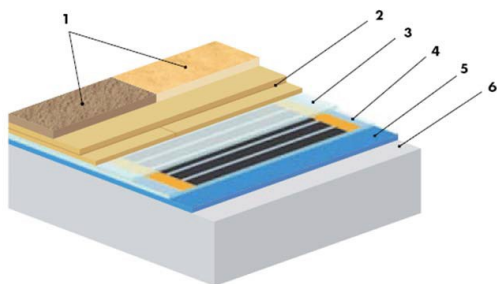
Obr. 1.22 Podlahové priamovýhrevné elektrické vykurovanie odporovými káblami [29]

#### Špecifické vlastnosti tohto typu podlahového vykurovania:

- je nutné počítať s nižšou schopnosťou regulácie z dôvodu vysokej akumulačnej schopnosti betónu a tým pádom aj s dlhším časom potrebným k dosiahnutiu citelného oteplenia.
- hygienická teplota podlahy je od 26 po 28 °C
- v prípade starších objektov s vyššími tepelnými stratami je nutnosť doplniť alternatívnym zdrojom tepla
- priamovýhrevné odporové podlahové vykurovanie dosahuje výkonu 80 – 120 [W/m<sup>2</sup>] v závislosti od technických vlastností objektu a vonkajšej výpočtovej teploty

#### Podlahové vykurovanie pod kobercom a PVC

Pomerne neznámou technológiou sú podlahové výhrevné dosky nahradzujúce klasické podlahové vykurovanie. Pokiaľ majiteľ domu nechce pri rekonštrukcii zasahovať do betónovej vrstvy podlahy, ponúka sa mu možnosť použitia práve takýchto dosiek. Tenké a pevné dosky sú umiestnené pod koberec alebo plávajúcu podlahu. Pod nimi je vykurovací fólia s výkonom do 80[W/m<sup>2</sup>].



Popis skladby konštrukcie k Obr. 1.23 :

1 – Koberec alebo PVC

2 – Ochranná teplovodivá doska

3 – Parozábrana

4 – Vykurovací fólia

5 – Podlahová izolácia

6 – Pôvodná podlaha

Obr. 1.23 Skladba vykurovania pod koberec [31]

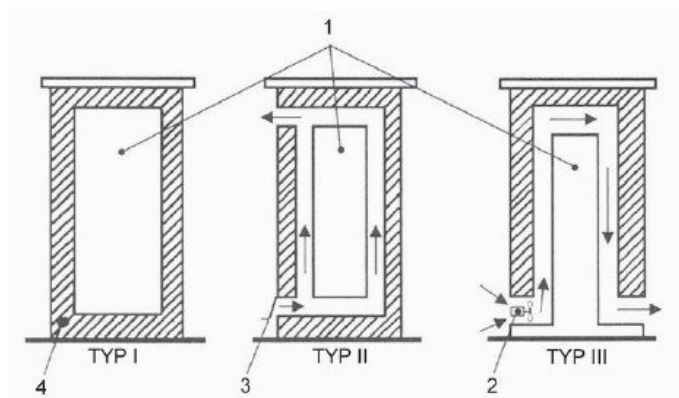


## 1.5 Akumulačné elektrické vykurovanie

Akumulačné výhrevné systémy spravidla využívajú dvojtarifné elektromery a odoberajú nočný prúd počas vybraných hodín. Nabíjanie prebieha zpravidla od 22 do 6 hodiny. Táto forma vykurovania je ekonomicky výhodnejšia keďže využíva odber nočného prúdu, čím aj odľahčuje denný zaťažovací diagram. Elektrická energia sa premieňa na teplo napríklad v odporových vykurovacích článkoch alebo kábloch uložených v akumulačnom materiáli. V akumulačných kotloch sa tepelná energia uloží do akumulačného materiálu kotla – šamotu a teplonosného média – vody. Akumulačný materiál môže mať tvar telesa, kotla, alebo je tvorený plášťom vykurovacieho telesa. Vykurovanie vyžaduje spoľahlivú znalosť doby vykurovania  $t_v$  na výpočtovou vnútornú teplotu  $t_i$  do ktorej je zahrnutá aj doba tzv. nábehu na plnú teplotu a doba tlmeného vykurovania  $t_t$ .

### 1.5.1 Akumulačné telesá

Ako akumulačný materiál telesa je zvyčajne použitý šamot alebo magnezit. Akumulačné telesá na Obr. 1.24 sa delia podľa konštrukčného prevedenia a spôsobu šírenia tepla do okolia na tri typy.



Popis k Obr. 1.24 :

1- akumulačná látka

2-ventilátor

3-regulačná klapka

4-tepelná izolácia

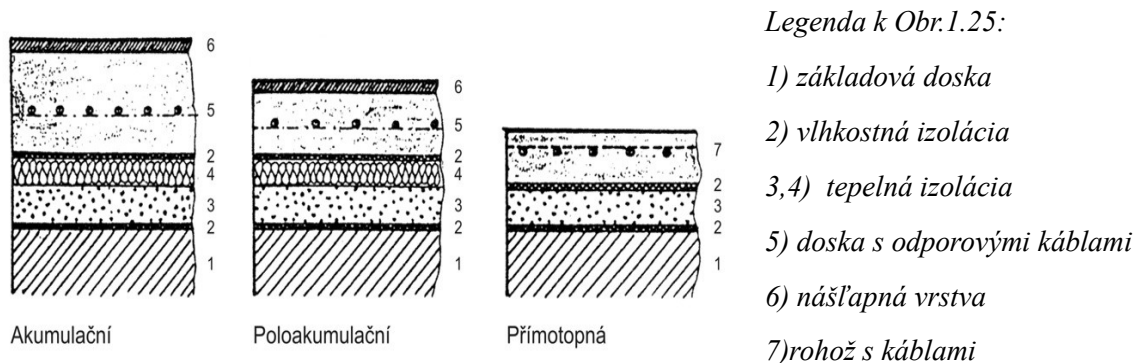
Obr. 1.24 Typy akumulačných telies [24]

- **Typ I** - Podľa konštrukcie je vidno, že pri tomto type nie je možná regulácia množstva vyžarovaného tepla do okolia. Po nabití akumulačnej látky tepelnou energiou sa hlavná časť tepla šíri do okolia sálaním povrchu ohrievača a prirodzeným prúdením vzduchu. Tepelná energia je v tomto prípade uložená do akumulačného jadra, tvoreného z šamotových tvárnic.
- **Typ II** - Má v porovnaní s prvým typom navyše teplovzdušné kanáliky, ktoré umožňujú riadenie ohriateho vzduchu. Teleso je vybavené aj termostatom, ktorý v závislosti na teplote ovláda regulačnú klapku
- **Typ III** - Je vybavený ventilátorom v spodnej časti pre zabezpečenie nútej cirkulácie vzduchu, teplovzdušným kanálikom a priestorovým termostatom. Akumulačné jadro je dokonale izolované. Termostat sníma teplotu a porovnáva s nastavenou hodnotou, podľa čoho ovláda ventilátor. Systém je vhodný na rýchle vyhriatie priestoru pomocou ohriateho vzduchu.

## 1.5.2 Podlahové akumulčné vykurovanie

Rýdzo akumulčná sústava s elektrickým podlahovým vykurovaním je vhodná predovšetkým pre nové a zrekonštruované objekty využívané len v dopoludňajších hodinách. Pre toto prevedenie je charakteristická dobrá spodná tepelná izolácia aby došlo k minimalizácii tepelnej straty v základovej doske. Základová doska musí mať veľkú hrúbku 90 až 150 mm pre dosiahnutie čo najlepšej akumulácie. Tepelná izolácia je tvorená kombináciou polystyrénu a minerálnej vaty. Tento vykurovací spôsob je zvyčajne doplnený priamo výhrevnými lokálnymi zdrojmi tepla.

Betón je využívaný ako akumulčný materiál. Do betónu sú vložené vyhrievacie káble, v ktorých dochádza k premene elektrickej energie na teplo a tým k zahrievaniu betónu. Tento spôsob využíva nočný odber prúdu pre akumuláciu tepla. Skladba jednotlivých typov podlahového vykurovania je na Obr. 1.25.

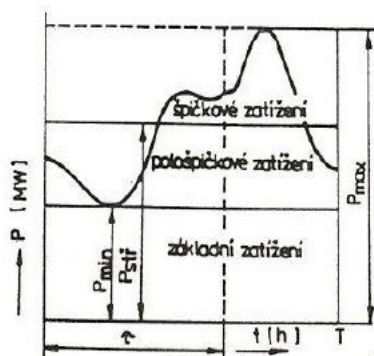


Obr. 1.25 Konštrukcia skladby jednotlivých typov podlahového vykurovania

Konštrukčné skladby podláh sa líšia pre každý spôsob akumulácie tepla. Pri akumulčnom systéme sa používa najhrubšia vrstva betónu v ktorom sú uložené vyhrievacie káble, pretože akumulácia tepla je priamo úmerná hrúbke akumuláčnej dosky. Priamo výhrevný systém naopak potrebuje tenkú akumulčnú dosku, danú len pevnosťou betónu aby nepraskal.

## 1.6 Hybridné elektrické vykurovanie

Tento systém je zložený z akumulčnej a priamo výhrevnej časti. Využíva benefity oboch systémov. Akumulčný materiál sa v noci nabíja po dobu najviac 8 hodín s využitím NT, a priamo výhrevný zdroj je v prevádzke počas dňa mimo špičkového zaťaženia siete. (Obr 1.26) Výhodou tohoto systému sú priaznivé investičné náklady a životnosť zariadení. Ďalšiou veľkou energetickou výhodou je odľahčenie distribučnej sústavy odberom mimo dobu špičkového zaťaženia.



Obr. 1.26 Diagram denného zaťaženia [24]

Hybridné vykurovacie systémy môžu byť realizované ako:

- Kombinácia ústredného akumulčného vykurovania s priamovýhrevnými telesami
- Kombinácia veľkoplošného podlahového akumulčného vykurovania s priamovýhrevnými telesami

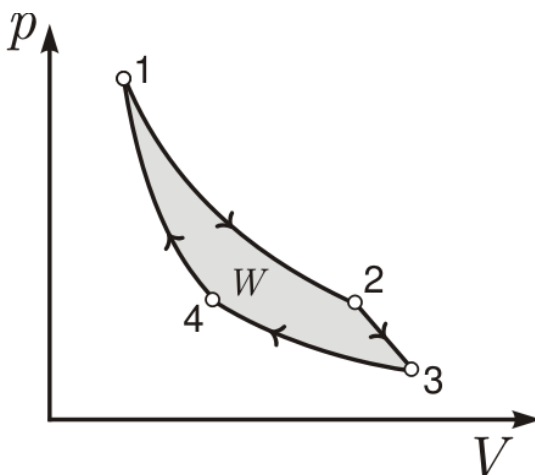
## 1.7 Tepelné čerpadlá (TČ)

Tepelné čerpadlá sú zaujímavé termodynamické zariadenia ktoré sa radia medzi alternatívne zdroje energie, pretože sú schopné odoberať NPT teplo z okolia a previesť ho na vyššiu teplotnú hladinu. V súčasnosti patria medzi žiadané spôsoby vykurovania. To je spôsobené hlavne rastúcou efektívnosťou týchto zariadení, ale aj dotáciami zo strany štátu.

Prostredie, ktoré nás obklopuje (voda, vzduch, pôda) má zvyčajne príliš nízku teplotu, ktorú nie je možné priamo využiť na vykurovanie. Výnimku tvoria geotermálne pramene, početne využívané napríklad na Islande. Teplo okolitého prostredia s relatívne nízkou teplotou, napríklad okolo 2 °C nazývame nízkopotenciálne teplo (NPT) a môžeme ho využívať pomocou TČ, ktoré prevedie NPT na teplo s vyššou teplotou. Výstupné teplo dodávané do vykurovacej sústavy má zvyčajne teplotu okolo 50 – 65 °C.

### 1.7.1 Princíp

TČ pracujú v podstate na princípe chladničky, ale s opačnou výstupnou teplotou. Klimatizácie radíme preto tiež medzi TČ. Chladnička odoberá teplo potravinám a dodáva ho do okolia tepelným výmenníkom umiestneným na zadnej strane. Pri chladničke je žiadaná nižšia teplota ako je teplota okolia, kdežto pri TČ požadujeme vyhrievanie okolia. TČ využíva obrátený *Carnotov* uzavretý cyklus, ktorý je zobrazený na Obr. 1.22 [32]



Obr. 1.27 Carnotov uzavretý cyklus [32]

Jednotlivé fázy *Carnotovho* cyklu znázorňuje diagram na Obr. 1.22 vyjadrujúci závislosť tlaku od objemu (*p-V diagram*). Zanesením všetkých štyroch fáz cyklu do jedného diagramu získame oblasť ohraničenú dvomi izotermami a dvomi adiabatami. Obsah tejto oblasti zodpovedá práci  $W$  vykonanej strojom.

Jednotlivé fázy *Carnotovho* cyklu sú podľa Obr. 1.22 :

- izotermická expanzia - medzi bodmi 1 a 2
- adiabatická expanzia - medzi bodmi 2 a 3
- izotermická kompresia - medzi bodmi 3 a 4
- adiabatická kompresia - medzi bodmi 4 a 1



### 1.7.2 Rozdelenie

TČ sa značia oddelenými výrazmi *vzduch*, *voda*, *zem*. Prvá časť výrazu označuje zdroj NPT tepla, druhá časť označuje teplotnú látku ktorej je dodávané teplo s vyššiou teplotnou hladinou.

1) Podľa zdroja nízkopotenciálneho tepla a teplotného média vo vykurovacom systéme:

- vzduch – vzduch
- vzduch – voda
- zem – voda
- voda – voda

2) Podľa druhu energie potrebnej pre pohon TČ:

- plynové (absorpčné)
- elektrické (kompresorové)
- naftové TČ

3) Podľa umiestnenia výmenníka a kondenzátora:

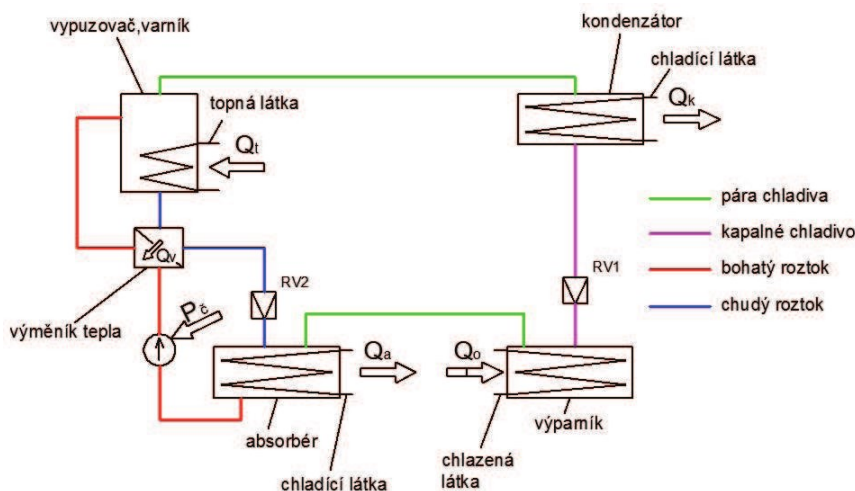
- delené TČ – split (vonkajšia a vnútorná jednotka TČ)
- kompaktné TČ (oba výmenníky umiestnené v jednom zariadení)

4) Podľa pohonu a tepelného obehu:

- kompresorové a turbokompresorové
- absorpčné

### 1.7.3 Absorpčné TČ

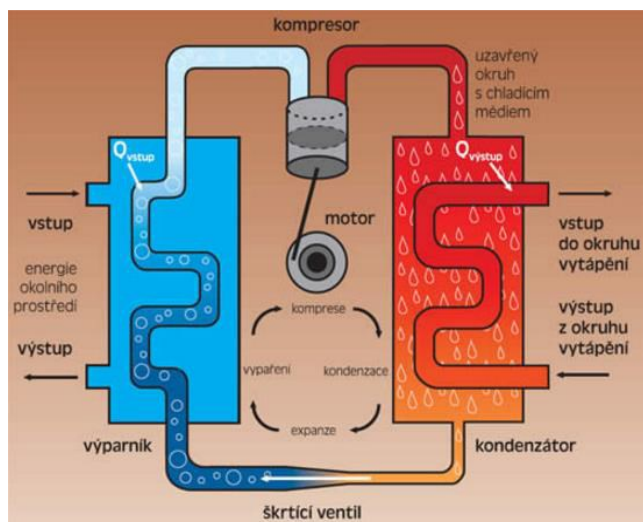
Fungujú na princípe TČ so vzduchom ako zdrojom NPT. Nie sú ale poháňané elektrickou energiou ale skvapalneným zemným plynom, (LNG) a preto sa nazývajú aj plynové TČ. Používajú sa v miestach s obmedzeným prístupom k elektrickej energii. Ako chladivo používajú amonnú vodu. Dosahujú COP 3 a pracujú s vysokou teplotou výstupnej vody až 90 °C.



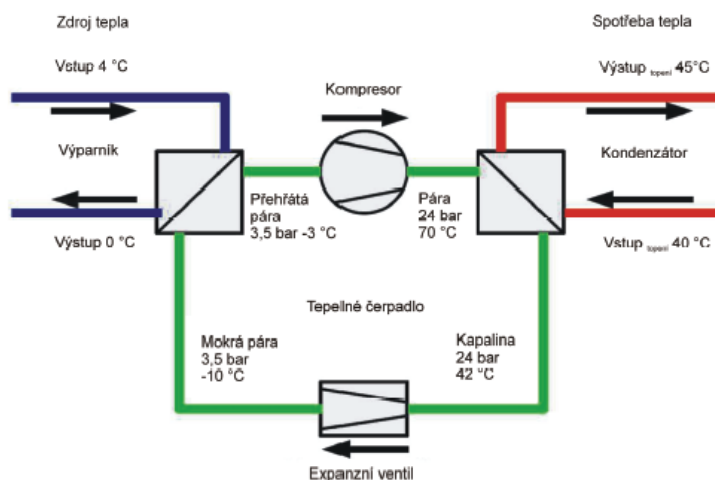
Obr. 1.28 Princíp funkcie absorpčného TČ

### 1.7.4 Kompresorové TČ

Princíp funkcie kompresorového TČ je na *Obr. 1.29*. Teplonosné médium sa odparuje pri nízkom tlaku vo výparníku kde je z prostredia s relatívne nízkou teplotou odoberané teplo. Para je nasávaná do kompresora v ktorom sa stláča. Takto stlačená a značne zohriata para je vedená do kondenzátora. Ten funguje ako tepelný výmenník v ktorom ohriata para odovzdáva teplo teplonosnému médiu. V tomto prípade vode cirkulujúcej v teplovodnom vykurovacom systéme. Teplá para v kondenzátore mení skupenstvo z plynného na kvapalné, a pokračuje expanzným ventilom (škrtiaci) späť do výparníku. Vo výparníku je nízky tlak a to spôsobuje, že sa médium začne prudko odparovať pri nízkej teplote keď odoberá teplo z okolia. Následne sa celý cyklus opakuje. Pri prevádzke TČ je časť energie dodávaná prostredníctvom kompresora – stláčaním. Väčšia časť energie je však odoberaná z okolitého prostredia s nižšou teplotou. Kompresor teda slúži na transformáciu teploty pri prenose tepla. [24,32]



*Obr. 1.29 Princíp funkcie kompresorového TČ [32]*



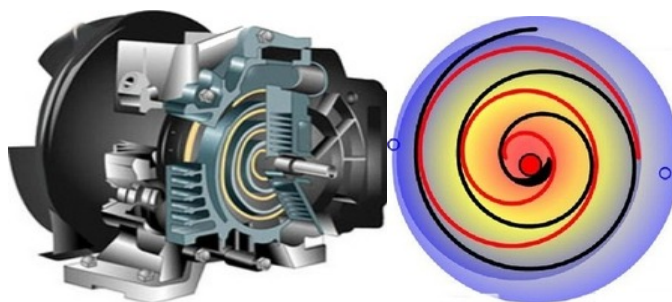
*Obr. 1.30 Blokové schéma kompresorového TČ [24]*

### Konštrukčné prevedenia kompresorov:

V súčasnej dobe sú najrozšírenejšie TČ so špirálovým kompresorom poháňaným elektromotorom.

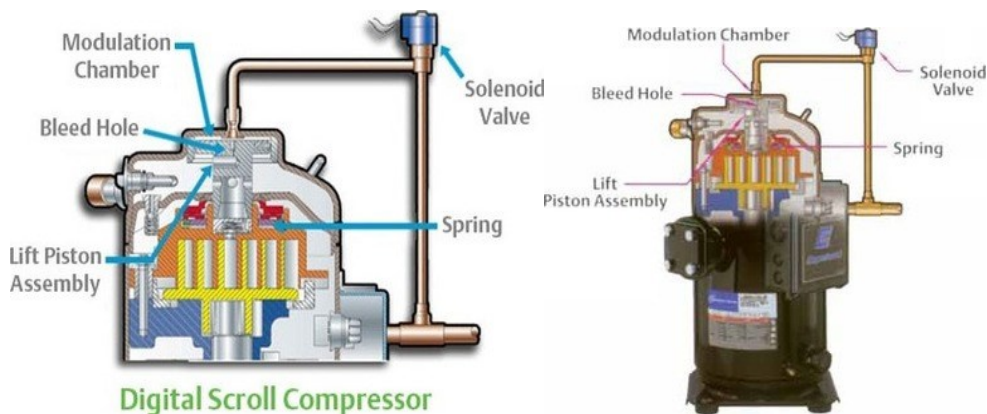
**Piestové** – využívané pri väčšine starších TČ, sú lacnejšie, nasávajú chladiace pary po častiach preto dosahujú menšiu účinnosť ako špirálové, životnosť je približne 15 rokov

**Špirálové (SCROLL)** – drahšie, dosahujú lepších COP, v súčasnosti najpoužívanejší typ, životnosť okolo 25 rokov. Princíp vychádza z Obr. 1.31 kde čiernou farbou je pevná špirála, a červenou pohyblivá špirála. Priestor medzi špirálami je vyplnený plynom (chladivom). Pohyblivá špirála sa excentricky pohybuje v pevnej. Tým je vytvorená medzera, ktorá sa pohybuje smerom od obvodu do stredu. Táto medzera sa neustále znižuje. V strede je výfukový otvor, ktorým vystupuje von stlačený plyn. Práve vďaka tomuto princípu je proces nasávania a výfuku chladiva plynulý.



Obr. 1.31 Špirálový kompresor SCROLL [48]

**Digitálne špirálové kompresory** – principiálne ako klasické špirálové, s možnosťou prerušovania fáze kompresie, a to tak že umožňujú oddialenie rotorov pozdĺžne svojej osi. Takéto prerušenie umožňuje prispôbovať výkon aj spotrebu kompresora. Regulácia menovitého výkonu je v rozmedzí 10 – 100 %



Obr. 1.32 Digitálny špirálový kompresor [48]

**Rotačné** – Objemový rotačný kompresor stláča chladivo rotáciou jedného alebo dvoch rotorov otáčajúcich sa okolo svojich osí. Plyn sa oddeľuje od nasávacieho priestoru a potom je tlačný do znižujúceho sa objemu medzi rotorom a stenou pracovného valca, čím stúpa jeho tlak. Nedosahujú vysokých COP, využívané hlavne v klimatizačných systémoch s malým výkonom, obvodová rýchlosť rotačného pohybu piestov je rádovo vyššia ako piestová rýchlosť pri kompresoroch s priamočiarym vratným pohybom piestu

**Šróbové** – výkonné, využívané hlavne v priemysle, patria medzi najdrahšie a sú najväčšie

### 1.7.5 Časti tepelného čerpadla

1. **Kompresor** – stláča plynné chladivo na vysoký tlak čím zvyšuje jeho teplotu
2. **Expanzný ventil** – Zabezpečuje tlakový rozdiel jednotlivých strán chladiaceho obehu. Prechodom chladiva cez expanzný ventil dôjde k zníženiu tlaku z kondenzačného tlaku na výparný tlak. To má za následok rapidne zníženie teploty a energie chladiva, vďaka čomu môže znova získať energiu z nízkopotenciálneho zdroja tepla. Sú riadené elektronicky alebo termostaticky.
3. **Pracovné médium** - Obeh je realizovaný pomocou pracovnej teplotnosnej látky, ktorú nazývame chladiace médium (chladivo). Výber chladiva závisí od prostredia ktoré je zdrojom nízkopotenciálneho tepla a prostredia ktorému pracovná látka odovzdáva teplo. Potrebné je kontrolovať hlavne teplotu chladiva po kompresii, ktorá je podstatne vyššia než kondenzačná teplota chladiva. Napríklad pri kondenzačnej teplote 50°C teplota chladiva prekračuje 100°C. Väčšina aktuálne používaných chladív sa pri teplote 120°C stáva nestabilnými. Použitie rôzneho chladiva má vplyv na dosiahnutý COP.

#### Základné požiadavky na pracovné médium sú:

- nesmie dôjsť k zamrznutiu látky – ztuhnutiu
- musí mať dobrú tepelnú vodivosť a jej minimálne zmeny pri zmene teploty
- musí spĺňať ekologické požiadavky, aby v prípade havárie bola minimálna škoda na ŽP

#### Látky ktoré sa prirodzene nachádzajú v biosfére a sú využívané ako pracovné médium:

- **amoniak** ( $\text{NH}_3$ )- veľmi efektívna pracovná látka. Jej nevýhodou je výbušnosť, horľavosť a toxicita. Používa sa v systémoch so sekundárnym rozvodom chladu.
- **voda** ( $\text{H}_2\text{O}$ ) - využíva sa vo vysokoteplotných priemyselných TČ ako chladivo. Výhody: nehorľavosť, netoxickosť, možnosť použitia v rozsahu kondenzačných teplôt 80 - 300 °C. Nevýhodou je napríklad malá merná tepelná kapacita.
- **oxid uhličitý** ( $\text{CO}_2$ )- Výhody: nehorľavosť, netoxickosť, vysoká merná tepelná kapacita. Nevýhodou je nutnosť transkritického termodynamického obehu . Pri tomto obehu tlak po kompresii dosahuje vysoké hodnoty (70 – 90 bar). Použitie len u vysokotlakých TČ
- **uhl'ovodíky** ( $\text{HC}_s$ ) - vhodné chladivá v TČ s malým objemom chladiacej zmesi v obeh. Najznámejšie sú: propán, propylén, bután, izobután a etán. Ich nevýhodou je horľavosť.

#### Umelé vytvorené chladivá:

- **fluórované uhl'ovodíky** ( $\text{HFC}_s$ ) – V súčasnosti najviac používané chladivá. Sú označované ako ekologicky čisté a neškodlivé, pretože neobsahujú chlór ktorý je škodlivý na ozónovú vrstvu. Najčastejšie používané majú označenie *R 404 A*; *R 407A,B,C* .
- **plne halogenizované uhl'ovodíky** ( $\text{CFC}_s$ ) – Nazývané aj freóny. Označujú sa písmenom R a číslom. V minulosti išlo o bežne používané chladivo v domácom chladení. Výroba tohto chladiva bola zastavená, pretože spôsobujú rozpad ozónovej vrstvy.
- **čiastočne halogenizované uhl'ovodíky** ( $\text{HCFC}_s$ ) – Používali sa ako náhradné chladivá v starších zariadeniach namiesto freónov. Majú menej negatívny ekologický dopad. V nových zariadeniach sa už nepoužívajú.

4. **Tepelný výmenník** - Dôležitá časť TČ v ktorej prebieha výmena tepelnej energie medzi nízkopotenciálnym zdrojom tepla, chladiacim médiom a vykurovaným priestorom.

V TČ sú dva tepelné výmenníky:

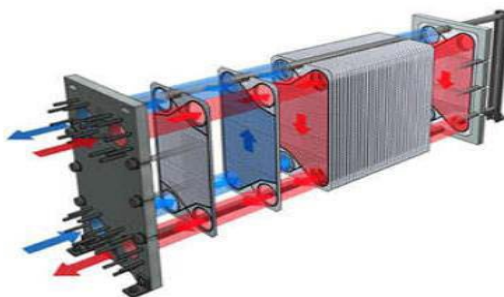
- I. **Výparník** – Nachádza sa v ňom kvapalné chladivo pod nízkym tlakom a s nižšou teplotou ako je teplota samotného zdroja. Výparník je tepelný výmenník, tvorený zvyčajne sústavou potrubí uloženou vo vnútri nízkopotenciálneho zdroja tepla.
- II. **Kondenzátor** - Tepelný výmenník medzi chladivom a potrubím s vodou na vykurovanie. Kondenzačná teplota chladiva je konštantná, pretože prenesené teplo medzi chladivom a vykurovacou vodou spôsobí prevažne kondenzáciu sýtej pary – zmenu skupenstva pary na kvapalinu. Pritom teplota vody vo vykurovacom systéme sa zvyšuje.

Podľa spôsobu prenosu tepla vo výmenníkoch delíme výmenníky na:

- **priame** (zmiešavacie) – teplé a chladné média prichádzajú do priameho kontaktu a tvoria homogénnu zmes v systéme
- **nepriame** (rekuperačné) - Nedochádza ku zmiešavaniu médií, oddelené okruhy

Najpoužívanejšie typy nepriamych tepelných výmenníkov sú:

- a) **rúrkové výmenníky**
- b) **špirálové výmenníky**
- c) **doskové výmenníky** – Sú zložené z profilovaných dosiek z nerezovej oceli, naskladaných na seba ako vidieť na Obr. 1.33. Výhodou je schopnosť prispôbiť veľkosť teplovýmennej plochy počtom jednotlivých dosiek. Je navrhnutý tak, aby pri malých rýchlostiach média dochádzalo k turbulentnému toku tepla. V porovnaní s rúrkovými výmenníkmi sa menej zanášajú a lepšie čistia. Najčastejšie sa používajú v systémoch kvapalina / kvapalina. Dosahované hodnoty súčiniteľa prechodu tepla sú v porovnaní so špirálovým dvojnásobné. Používajú sa do tlaku 0,6 MPa a teploty 200 °C.



Obr. 1.33 Doskový tepelný výmenník

### 1.7.6 Parametre charakterizujúce TČ

Základným parametrom charakterizujúcim TČ je **COP** (Coefficient Of Performance). Reprezentuje účinnosť TČ pri daných prevádzkových podmienkach. Je to bezrozmerné číslo vyjadrené pomerom využiteľného tepelného výkonu TČ k elektrickému príkonu kompresora.

$$\varepsilon = COP = \frac{Q_t}{P_t} [-] \quad (1.4)$$

kde:

$\varepsilon$ – vykurovací faktor	[-]
$Q_t$ – tepelný výkon zariadenia	[W]
$P_t$ – elektrický príkon kompresora	[W]

Výpočet COP pomocou teploty

$$\varepsilon = 0,5 \cdot \frac{T}{T - T_0} = 0,5 \cdot \frac{\Delta T + T_0}{\Delta T} \quad (1.5)$$

kde:

$T$ – absolútna teplota miesta prenosu tepla – výmenníka	[K]
$T_0$ – absolútna teplota zdroja tepla	[K]
$\Delta T$ – teplotný rozdiel	[K]

COP sa bežne pohybuje v rozmedzí od 2,5 do 6 [-]. Táto hodnota pre dané TČ sa vždy vzťahuje na určitý prevádzkový stav. Závisí na teplote zdroja NPT a na teplote, pri ktorej je teplo vyprodukované (a spotrebované). Čím vyššia je teplota zdroja NPT, tým väčší je COP. Rozhodujúca je voľba zdroja NPT, ktorý musíme voliť s ohľadom na úspornú a energeticky výhodnú prevádzku celého systému. COP slúži na porovnanie TČ pri výbere používateľom. Pri rôznych typoch TČ sa hodnoty COP pre vzájomné porovnanie určujú pri rôznych podmienkach.

Aby bolo možné vykonať hrubé porovnanie rôznych TČ, sú v norme DIN EN 255, prípadne v DIN EN 14511 stanovené podmienky, pri ktorých sa zisťujú COP. Podmienky zisťovania COP pre jednotlivé typy TČ je v *Tab 1.1* Prvý údaj pri type TČ označuje zdroj nízkopotenciálneho tepla. Druhý údaj označuje výstupné teplonosné médium z prístroja. „B” označuje solanku (*Brine*), „W” - voda (*Water*) a „A” je vzduch (*Air*). čísla označujú príslušné teploty v °C.

*Tab. 1.1 Podmienky porovnávania COP medzi jednotlivými typmi TČ*

Tepelné čerpadlá zem – voda		
B0/W35	B0/W50	B0/W50
Tepelné čerpadlá voda – voda		
W10/W35	W10/W50	W15/W50
Tepelné čerpadlá vzduch – voda		
A7/W35	A7/W50	A15/W50

### Sezóny vykurovací faktor SCOP (Seasonal Coefficient of Performance)

Je to bezrozmerné číslo udávajúce pomer medzi spotrebovanou elektrickou energiou a vyrobeným teplom za vykurovaciu sezónu. Do spotreby sa započítava celková spotreba vykurovacieho zdroja (TČ, obehové čerpadlo, riadiace systémy, energia spotrebovaná na odmrazovanie, bivalentný zdroj). Výpočet sa riadi normou EN 14825.

**Chladiaci faktor** – pomer získaného chladu vo vyparníku k izoentropickému príkonu kompresora

$$\varepsilon_c = \frac{Q_o}{P_{ie}} [-] \quad (1.6)$$

**Tepelna bilancia kondenzatora** - vyjadruje množstvo energie odovzdanej ohriatej vode v kondenzatore

$$Q_o = m \cdot (h_2 - h_4) [J] \quad (1.7)$$

$h_2$  - entalpia chladiva pred kondenzáciou

$h_4$  - entalpia chladiva po kondenzácii

**Tepelna bilancia vyparníka**

$$Q_o = m \cdot (h_1 - h_4) [J] \quad (1.8)$$

$h_1$  - entalpia chladiva v skupenstve sytej pary

**Merna izoentropická kompresná práca kompresora** - Určuje prácu ktorú vykoná kompresor pri stlačení jedného kilogramu pár chladiva

$$a_{ie} = h_2 - h_1 [J] \quad (1.9)$$

**Izoentropický príkon kompresora** - Minimalný príkon kompresora na zaistenie izoentropického stlačenia par chladiva

$$P_{ie} = m \cdot a_{ie} [W] \quad (1.10)$$

### 1.7.7 Zdroje nízkoenergetického tepla

Rozmanitosť TČ spočíva v rôznych zdrojoch NPT tepla a rôznych teplotných médiách. Zdroje môžu byť prírodné alebo rôzne umelo vytvorené odpadové teploty, napríklad odpadové teploty z priemyselných podnikov. Teplotné médium môže byť voda alebo iné kvapaliny, vzduch.

#### 1. Okolité vzduch prostredia (vonkajší)

Zdrojom NPT tepla je vonkajší vzduch. Medzi systémy čerpajúce energiu priamo zo vzduchu zaraďujeme TČ typu **vzduch-vzduch** a **vzduch-voda** (Obr. 1.34). Vzduchové TČ dosahujú dobré parametre hlavne v miernejšom klimatickom pásme. Vzduchové TČ majú spravidla vonkajšiu a vnútornú časť. Vzduch obsahuje pomerne málo tepla, preto musí výmenníkom prechádzať veľký objem vzduchu. To zabezpečuje vonkajšia jednotka s výkonným ventilátorom. K ochladzovaniu vzduchu dochádza vo výmenníku tepla vo vnútri budovy. Vzduchové TČ sú schopné pracovať pri vonkajších teplotách  $t_e = -12$  až  $-16$  °C (najvýkonnejšie TČ až do  $t_e = -25$  °C).

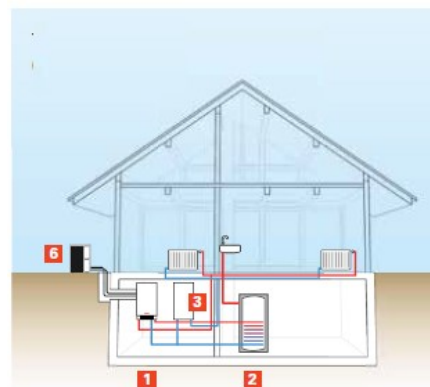
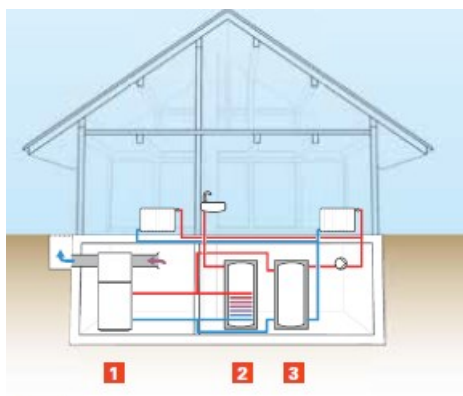
S klesajúcou vonkajšou teplotou klesá aj tepelný výkon čerpadla. Počas obdobia kedy je vonkajšia teplota okolia nižšia než teplota pri ktorej je čerpadlo schopné pracovať, je nutné vykurovací systém doplniť náhradným zdrojom. Zvyčajne sa dopĺňa elektrokotlom alebo plynovým kotlom – tzv. bivalentná prevádzka. Energia spotrebovaná na odmrázovanie zniknutej námrazy na vonkajšej jednotke môže výrazne zhoršiť celkový COP a zvýši a náklady na prevádzku.

#### Nevýhody zdroja:

- výkon TČ závisí od vonkajšej teploty
- tvorba námrazy na vonkajšej jednotke
- hluk vonkajšej jednotky
- potreba odvod kondenzátu

### Výhody zdroja:

- neobmedzená dostupnosť
- nízke investičné náklady
- ľahká a rýchla montáž
- jednoduchá obsluha
- vhodné aj do bytov, úspora miesta
- aktívne chladenie objektu
- bez nutnosti stavebného povolenia
- žiadne zemné práce
- automatizácia systému
- ovládanie cez internet ako základná služba pri kúpe TČ



Obr. 1.34 Kompaktné TČ vzduch – voda (naľavo) a delené (split) TČ vzduch – voda (napravo)

## 2. Odpadný vzduch (ventilačný)

Jedná sa o druhotný zdroj z technologického procesu. TČ ochladzuje vzduch ktorý je odvádzaný von ventilačným systémom budovy. Ten má relatívne vysokú teplotu 18-24°C a TČ môže efektívne pracovať aj za podmienok, pri ktorých bežné systémy spätného získavania tepla (rekuperácie) nie je možné použiť. Teplo je možné použiť na ohrev TUV a vzduchu. Nevýhodou tohto zdroja tepla je veľké množstvo ventilačného vzduchu, potrebného k dosiahnutiu COP. Z toho vyplýva potreba bivalentného zdroja tepla. Toto riešenie je vhodné najmä pre nízkoenergetické domy.

## 3. Teplo zemského podkladu

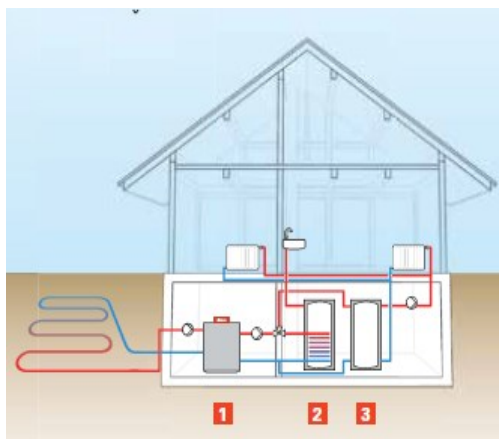
Teplo je odoberané zo zemského podkladu plošným kolektorom. Využíva toho, že pôda počas dňa akumuluje teplo pochádzajúce zo slnka. Počas noci využíva tepelnej zotrvačnosti pôdy zeme. Tento typ je viac závislý od vonkajšej teploty okolia a má nižšie COP ako hlbinný vrt. Je to pretože pôdny plošný kolektor je uložený v nezamrzajúcej hĺbke 1,5 až 2 m. Má nižšie náklady na zemné práce ako geotermálny vrt, pretože plošný kolektor nie je uložený hlboko do zeme. Zaberá však väčšiu plochu. Plošný kolektor je tvorený uzavretým systémom polyetylénových potrubí naplnených nemrznúcou zmesou. Môže byť uložený v zemi aj vertikálne, s hlbším výkopom. Zaberá potom menej plochy. Tento typ TČ je schopný pracovať v monovalentnej prevádzke, je teda vhodný aj ako jediný zdroj tepla. Na pozemku by sa nemali nachádzať stromy, ktoré by svojou koreňovou sústavou mohli poškodiť kolektor. Nutný geologický rozbor, získanie povolenia na čerpanie podzemnej aj povrchovej vody.



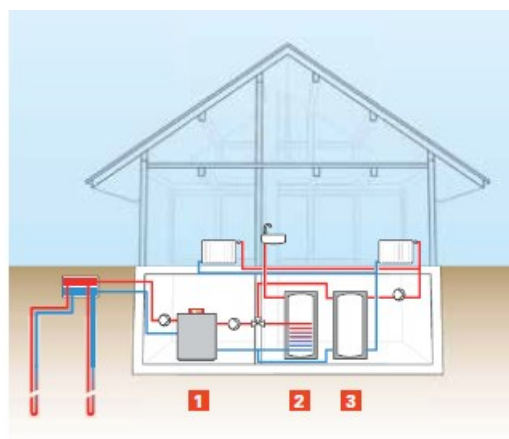
#### 4. Hlbinný vrt

Geotermálny vrt využíva tepelnú energiu hornín v zemskom podklade. Priemerný tepelný tok na Zemi je zhruba  $60 \text{ mW/m}^2$ . Lokality s najvyššou hustotou zemského tepla v ČR majú až  $90 \text{ mW/m}^2$ . V hĺbkach 2 m bude teplota pôdy vykazovať teplotné výkyvy oproti teplote vzduchu. Je preto snahou umiestňovať vrty čo najhlbšie, pre dosiahnutie konštantného a vysokého COP. V hĺbke 18 m je teplota takmer konštantná. Počíta sa s prírastkom  $3^\circ\text{C}$  na 100 m.

Vrt má v priemere 130 až 220 mm. Po vyvrtaní sa do vrtu zasunú dve, prípadne štyri polyetylénové hadice kolektoru, v ktorých prúdi nemrznúca zmes. Minimálna hĺbka vrtu je 50m. Vrty zvyčajne hlboké až 150 m sa umiestňujú v blízkosti stavby, najmenej 10 m od seba. S rastúcou hĺbkou je teplota hornín menej ovplyvňovaná aktuálnym stavom počasia. Tento typ preto nie je závislý od vonkajšej teploty vzduchu. Zvyčajne sa pre jeden rodinný dom používajú 2 až 3 vrty, podľa tepelných strát objektu. Vrty je možné umiestniť aj pod stavbou, hlavne ak ide o novostavbu. Toto prevedenie TČ je najdrahšie, práve kvôli vysokým nákladom na realizáciu vrtovej. Dosahuje skvelého stabilného COP počas celého roka a nevyužíva takú veľkú zastavanú plochu ako plošný kolektor. Odoberané teplo má stálu teplotu okolo  $10^\circ\text{C}$ .



Obr. 1.35 TČ zem – voda s plošným kolektorom



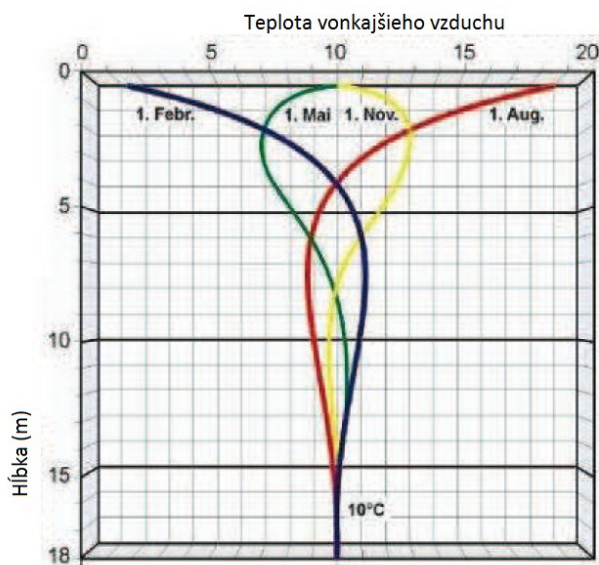
Obr. 1.36 TČ zem – voda s geotermálnym vrtom

#### Výhody zdroja:

- stabilný COP
- úspory až 70 % nákladov
- dlhá životnosť
- tichý chod

#### Nevýhody zdroja:

- vysoké počiatkové náklady
- rozsiahle výkopové práce
- nutnosť stavebného povolenia
- zdĺhavý proces realizácie



Obr. 1.37 Kolísanie teploty v závislosti na meranej hĺbke

## 5. Podzemná voda

Ako zdroj NPT priamo slúži podzemná voda. Voda je odoberaná z tzv. nasávacej studne a po ochladení je vypúšťaná do druhej, tzv. vsakovacej studne. Vsakovanie musí pohltiť rovnaké množstvo vody ako prítok vody do vykurovacej studne, tento prítok je minimálne 0,5 l/s. V niektorých prípadoch sa môže ochladená voda vypúšťať do potoka alebo inej tečúcej vody. Podmienkou je geologicky vhodné podložie, umožňujúce nepretržité čerpanie a vsakovanie vody.

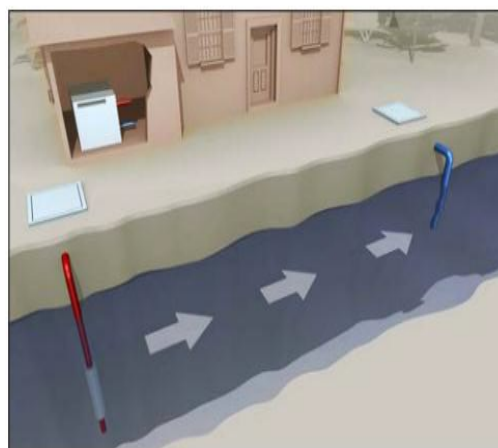
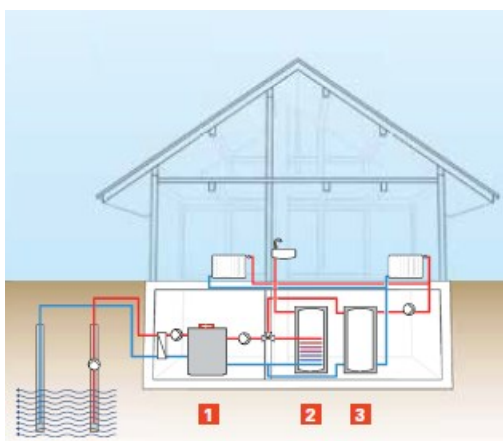
Výhodou tohto systému je najvyšší priemerný ročný COP, pri najnižších nákladoch. Je to dané stálou a relatívne vysokou priemernou teplotou spodnej vody 8 až 10 °C. Zdroj vody však musí byť dostatočne výdatný (približne 15-25 l/min), aby nedošlo k nedostatku vody. Aby bolo vodu možné používať, musí sa vykonať aj jej chemický rozbor. Nesmie byť príliš mineralizovaná, aby nedochádzalo k zanášaniu výmenníka.

### Výhody zdroja:

- najteplejší zdroj
- stabilná a vysoká teplota zdroja
- COP až 6
- najnižšie prevádzkové náklady

### Nevýhody zdroja:

- vysoké množstvo potrebnej vody
- málo vhodných miest
- investičné náklady na realizáciu
- nutnosť chemického rozboru vody



Obr. 1.38 TČ voda – voda s využitím podzemnej vody (naľavo) a povrchovej vody (napravo)

## 6. Povrchová voda

Povrchovou vodou sa rozumejú rybníky, rieky, potoky a iné vodné plochy. Dosahujú nižšieho COP ako čerpadlá s podzemnými vodami a používajú sa menej. Sú viac závislé na teplote vonkajšieho vzduchu. Málo RD sa nachádza v blízkosti vodného toku alebo jazera. Je možné vodu privádzať priamo k TČ a ochladenú ju púšťať späť. V takomto prípade by sa ale riešenie predražilo.

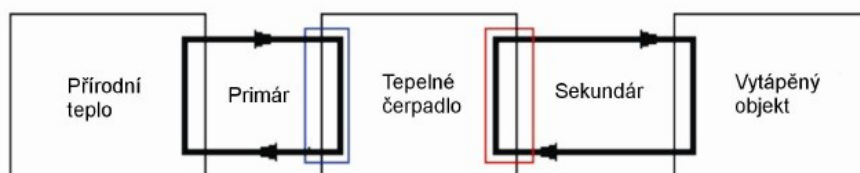
### Nevýhody zdroja:

- málo vhodných miest
- mineralizácia a znečistenie vody
- nutný súhlas správcu toku
- nutnosť chemického rozboru vody
- teplota a možnosť zamrznutia vody

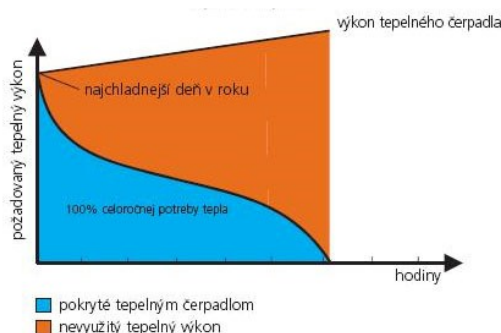
### 1.7.8 Možnosti prevádzky TČ

Potreba dodávky tepla na vykurovanie sa počas vykurovacej sezóny mení. Správne nadimenzovanie zdroja tepla je veľmi dôležité. V závislosti od kvality zdroja tepla, lokality objektu a s ohľadom na ekonomiku prevádzky sa systém dopĺňa náhradným zdrojom energie. Pri návrhu vykurovania nedimenzujeme TČ na plný výkon počas prevádzky. Rešpektujeme projektové podklady výrobcu pre dosiahnutie dlhej životnosti TČ. Rozlišujeme tri prevádzkové stavy. Záleží na type náhradného zdroja a pokrytí tepelných strát objektu výkonom TČ.

**Monovalentná prevádzka** - Nepretržitá prevádzka, kde TČ je jediným zdrojom tepla a pokrýva celkové tepelné straty objektu v každých klimatických podmienkach. Táto prevádzka je využívaná pri čerpadlách *zem – voda* a *voda – voda*. Schéma TČ v monovalentnej prevádzke je na Obr. 1.39 a skladá sa zo zdroja tepla, TČ a vyhrievaného objektu. O monovalentnom zapojení sa uvažuje pri novostavbách rodinných domoch s dobrou tepelnou izoláciou a nízkymi tepelnými stratami.

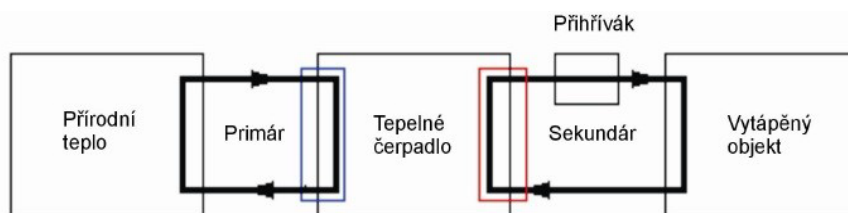


Obr. 1.39 Blokové schéma TČ v monovalentnej prevádzke [24]

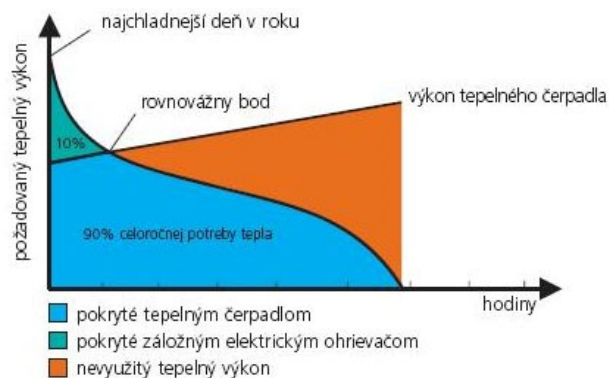


Obr. 1.40 Diagram pokrytia strát objektu výkonom TČ počas monovalentnej prevádzky

**Bivalentná monoenergetická prevádzka** – Prevádzka s doplnkovým zdrojom tepla ktorý zabezpečí pokrytie tepelných strát v čase nízkych teplôt respektíve pokrytie špičky potrebného tepelného výkonu. Do sekundárneho okruhu je pridaný prihrievač – elektrická vykurovací špirála. Najčastejšie už zabudovaná v TČ. TČ pracuje samostatne až do bodu bivalence, ten je daný vonkajšou výpočtovou teplotou. Táto prevádzka má najlepší pomer medzi prevádzkovými nákladmi a investíciami. Je to teda ekonomicky najvhodnejšia možnosť. Blokové schéma je na Obr. 1.41.

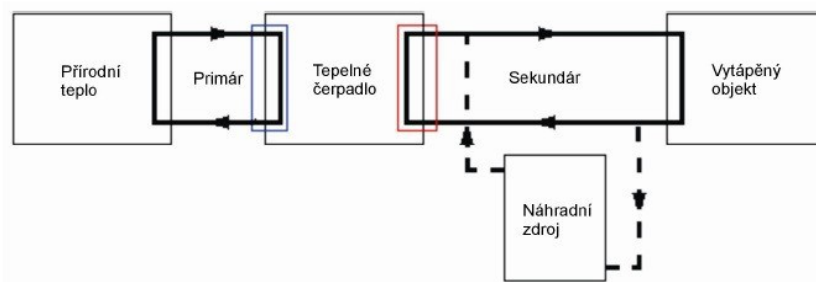


Obr. 1.41 Schéma TČ v bivalentnej monoenergetickej prevádzke [24]

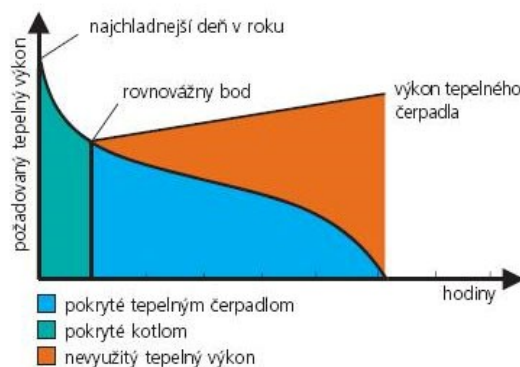


Obr. 1.42 Diagram pokrytia tepelných strát výkonom TČ počas monoenergetickej prevádzky

**Bivalentná prevádzka** – Principiálne podobné schéma s tým rozdielom, že namiesto prihrievača sa použije tepelný zdroj ktorý nezískava teplo z premeny elektrickej energie ale z iného zdroja. Alternatívnym zdrojom môže v tomto prípade byť napríklad kotol na pevné palivo alebo plynový kotol. Úplné pokrytie tepelných strát objektu aj pri výpadku elektrickej energie je nenahraditeľné. Vyššie investičné náklady sa v tomto prípade určite oplatia. V odľahlých terénoch ale aj na extravilánoch obcí je užitočné doplniť systém o batériu slúžiacu na napájanie obehového čerpadla vo vykurovacom systéme.



Obr. 1.43 Blokové schéma TČ v bivalentnej prevádzke [24]



Obr. 1.44 Diagram pokrytia tepelných strát výkonom TČ v bivalentnej prevádzke

Pre tento typ prevádzky sa uvádza bivalentný bod ktorý vyjadruje najnižšiu teplotu pri ktorej je ekonomicky alebo technicky možné používať TČ. Po klesnutí pod túto teplotu sa odporúča použitie monoenergetickej prevádzky. Bivalentný bod sa stanovuje vynesением dvoch kriviek. Na jednej je výkon TČ a na druhej tepelná záťaž objektu. Priesečník týchto kriviek definuje bod bivalentencie.

## 1.8 Klimatizácie

Prvá realizácia klimatizácie je z roku 1844, kedy americký lekár a technik navrhol zariadenie pre chladenie a vetranie v nemocničnom oddelení. K výraznému rozvoju klimatizačnej techniky prispeli vedecké práce z oblasti termodynamiky. V roku 1911 došlo k uznaniu klimatizácie ako samostatného inžinierskeho oboru, ktorý sa zaoberá úpravou požadovaných parametrov prostredia. Mnoho klimatizačných zariadení upravuje len jednu vlastnosť prostredia. Požiadavky osôb určujú parametre vzduchu a výber klimatizácie. Klimatizácia určená pre dosiahnutie komfortu osôb zaisťuje vždy aj vetranie. Hlavné regulované veličiny prostredia sú: teplota, výskyt pevných častíc (čistota vzduchu), relatívna vlhkosť, rýchlosť a intenzita prúdenia. U klimatizácií pre priemysel sú určujúcimi veličinami len teplota a relatívna vlhkosť vzduchu udržiavaná v úzkom tolerančnom pásme.

Klimatizácie sú v podstate TČ, preto sa aj rozdeľujú veľmi podobne. Delia sa podľa druhu teplotného média alebo podľa počtu nezávislých klimatizačných zón.

### Rozdelenie klimatizácií podľa funkcie:

- úprava teploty vzduchu – chladenie alebo vyhrievanie
- úprava častíc vo vzduchu a špeciálne úpravy – filtrácia, ionizácia, sterilizácia
- riadené vetranie – výmena vzduchu v objekte za čerstvý
- úprava vlhkosti vzduchu – zvlhčovanie a odvlhčovanie

### 1.8.1 Hlavné rozdelenie klimatizačných jednotiek:

#### a) Vzduchové systémy

- jednozónový systém s pevným prietokom vzduchu
- jednozónový systém s riadeným prietokom vzduchu
- dvojkanálový systém s pevným prietokom vzduchu
- dvojkanálový systém s riadeným prietokom vzduchu

#### b) Vodné systémy

- systém s vyhrievacími - chladiacimi plochami napríklad stropy
- systém s ventilátorovými konvektormi

#### c) Systémy s chladivom

- jednozónový systém s pevným prietokom chladiwa
- viaczónový systém s pevným prietokom chladiwa
- viaczónový systém s premenným prietokom chladiwa

#### d) Kombinované systémy vzduch - voda

- jednozónový indukčný systém pre rozvod vzduchu
- dvojité trojité rozvody trúbiek pre vodný okruh

### 1.8.2 Princíp funkcie

Základnou úlohou klimatizácie je schopnosť ochladzovať okolité prostredie. Najčastejším technickým prevedením je kompresorový chladiaci okruh, pracujúci na princípe chladničky. (1.7.1)

#### Princíp ochladzovania a vyhrievania

Jedná sa o systém TČ vzduch-vzduch, bližšie popísaný v častiach (1.7.1)a (1.7.7)tejto práce. V systéme je vonkajšia jednotka s 4 cestným reverzným ventilom, ktorý dokáže otočiť smer prúdenia chladiva medzi vnútornou a vonkajšiou jednotkou.

#### Filtrácia vzduchu a odvlhčovanie

Prostredníctvom klimatizácie sa vzduch zbavuje prachu, pachu a alergénov. Častice obsiahnuté vo vzduchu sú filtermi zachytené. Základným filtrom je kladne nabitý elektrostatický filter, ktorý zachytáva záporne nabitý prach. Na filtráciu pachov a peľov slúži filter naplnený aktívnym uhlím, a chemické častice zachytáva katalyzátorový filter. Niektoré typy klimatizácie obsahujú aj technológie na ničenie baktérií alebo osviežovanie vzduchu. Pri klimatizácii vzduchu dochádza ku zrážaniu vlhkosti na tepelnom výmenníku vnútornej jednotky a voda odkvapáva do nádoby. Týmto dochádza k znižovaniu relatívnej vlhkosti v interiéri.

#### Prevedenie kompresorov:

- s konštantnými otáčkami, regulácia len zapnuté/vypnuté
- s reguláciou otáčok – regulácia striedačom.  
Dosahuje úspornejšej prevádzky a nižšej hlučnosti.
- s rôznymi výkonmi a konštantnými otáčkami, zapína sa jeden podľa požiadavky na výkon

### 1.8.3 Vzduchové systémy

Sú najrozšírenejšie. Teplonosným médiom je vzduch. Na prenos tepelnej energie je potrebný veľký objemový prietok vzduchu. Tento fakt má za následok nutnosť použitia rozmerných potrubí vedených medzi klimatizovaným priestorom a miestom úpravy vzduchu.

#### Rozdelenie nízkotlakových vzduchových systémov:

- **Zónové** – Vhodné pre rozsiahle budovy a priemyselné objekty, továrne haly, výstavné pavilóny atd. Pre priestory s rôznymi požiadavkami na vnútorné prostredia jednotlivých zón.
- **Jednotkové** – Jednotky sa inštalujú priamo do klimatizovaných priestorov, kde prebieha aj úprava vzduchu. Nie je preto nutná strojovňa vzduchotechniky ani sieť potrubí.
- **Ústredné** – Vzduch je rozvádzaný do jednotlivých klimatizovaných miestností s rovnakou požadovanou úrovňou teploty vzduchu. Rýchlosť prúdenia vzduchu je do  $10 \text{ m.s}^{-1}$ . Systém sa využíva pre sály, divadlá, obchodné domy, kiná, laboratória, objekty určené na chov zvierat.
- **Špeciálne** – Slúžia na tvorbu interiérového mikroklimatu s presne stanovenými požiadavkami na stav vnútorného prostredia, s malými toleranciami kolísania teplôt.

**Vysokotlakové** – Rýchlosť prúdiaceho vzduchu až  $12\text{--}20 \text{ m.s}^{-1}$  umožňuje zníženie prierezov vzduchovodov a priestorovej náročnosti vzduchotechniky na úkor vyššej hlučnosti a prevádzkových nákladov. Distribučný systém je tvorený vysokotlakou a nízkotlakou časťou. Tlak vzduchu je redukovaný pred vstupom do miestnosti a napojený na tlakové časti potrubia.

### **Rozdelenie vysokotlakových vzduchových systémov:**

- **jednokanálové** – používali sa v budovách s rovnakými teplotnými požiadavkami na interné mikroklima, napr. obchodné domy
- **dvojkanálové** – boli používané na budovách s rôznymi požiadavkami na tepelný stav prostredia s väčšími miestnosťami

### **1.8.4 Vodné systémy**

Teplonosnou látkou je voda dopravovaná ventilátorovými konvektormi tzv. fancoilami. Čerstvý vzduch je do klimatizovaných miestostí dopravovaný vzduchovodmi alebo je priamo nasávaný ventilátorovými konvektormi z vonkajšieho prostredia. Umožňujú minimalizáciu prierezu vzduchovodov a individuálnu reguláciu klímy v miestnostiach. Používajú sa v občianskych stavbách. Prevedenie systémov je pomocou veľkoplošných tepelných výmenníkov - chladiacich stropov.

#### **Chladiaci strop**

Tento systém chladenia je možné charakterizovať ako plochý trubkový tepelný výmenník zavesený pod stropom klimatizovanej miestnosti. Cez tepelný výmenník preteká voda, ktorá odoberá teplo z miestnosti. Teplota povrchu stropu sa pohybuje medzi 19 až 20 [°C] podľa teploty vody a vyžadovanej úrovne. Ďalšou variantou prevedenia je chladiaca podlaha. Výhodou je zaistenie tepelného stavu bez prúdenia vzduchu, ktorý vyvoláva hluk a prievan. Teplo je prenášané prevažne sálaním medzi povrchmi s rôznou teplotou.

### **1.8.5 Kombinované systémy vzduch-voda**

Vzduch je do jednotky privedený cez trysku a vplyvom indukcie je z miestnosti nasávaný vnútorný cirkulačný vzduch. Pomer cirkulačného a primárneho vzduchu určuje indukčný pomer, zvyčajne v rozpatí 2 – 5. V indukčnej jednotke je výmenník tepla, ktorý upravuje cirkulačný vzduch.

### **1.8.6 Prevedenia klimatizačných jednotiek**

Podľa možnosti premiestnenia sú mobilné a trvale namontované. Podľa umiestnenia: nástenné, okenné, podstropné, podokenné, kanálové a oddelené klimatizácie – split systémy. Podľa funkcie: ohrev, zvlhčovanie, chladenie, cirkulácia.

#### **Mobilné klimatizačné jednotky**

Sú Premiestniteľné, môžu byť delené a kompaktné. Odvod teplého vzduchu je zabezpečený pomocou hadice s priemerom okolo 10 cm vyvedenej do exteriéru. Hluk v rozmedzí 50-54 dB.

#### **Okenné klimatizácie**

Sú vyrábané ako jeden celok a prispôsobené na montáž do okien alebo steny a to tak, že časť klimatizácie je v interiéri a časť v exteriéri. Tieto zariadenia upravujú vzduch len v miestnosti kde sú inštalované, sú konštruované na nižšie výkony. Zvyčajne 2-6 kW, vo väčších halách do 10 kW.

#### **Jednozónové klimatizačné systémy – split**

Je to najrozšírenejší druh klimatizácie. V technickom prevedení ako TČ vzduch–vzduch. Skladá sa z dvoch dielov - vonkajšieho a vnútorného. Zariadenie je trvale namontované. Nevýhodou je hlučnosť kompresora vo vonkajšej jednotke. Chladiaci výkon je 2- 20 kW.

## 1.9 Možnosti využitia tepla z výpočtovej techniky

Ludia sa odjakživa snažia recyklovať a využívať odpad vo svoj prospech, či už sa jedná o spaľovanie odpadu z drevárenského priemyslu v podobe pilín alebo sa jedná o odpadové teplo z uhoľných elektrární v podobe pary. Moderné technológie však umožnili aj využívanie tepla z počítačových čipov. Počítačové čipy generujú obrovské množstvo tepla, ktoré musí byť odvádzané výkonnými chladičmi. Toto odpadové teplo nieje aktuálne nijak využívané, až na výkonné svetové superpočítačové centrá.

### Prečo sa teplo z bežného PC nevyužíva?

**1) Výkon** - Budeme uvažovať 4 člennú rodinu bývajúcú v rodinnom dome kde má počítač každý, a budeme počítať s 2 priemernými notebookmi a 2 priemerne výkonnými stolnými počítačmi.

Dostaneme sa na:

$$P_c = 2 \cdot P_{NTB} + 2 \cdot P_{PC} = 2 \cdot 90 + 2 \cdot 550 = 1280 [W] \quad (1.11)$$

kde:

$P_c$  – celkový príkon [W]

$P_{ntb}$  – príkon notebooku [W]

$P_{PC}$  – príkon stolného počítača [W]

Spotreba notebookov je nízka, tepelné zisky z nich sú minimálne a preto ich zanedbáme. V miestnostiach kde by sa nachádzali PC by sa dalo hovoriť o značných tepelných ziskoch. Tu sa dostávame k ďalšiemu problému.

**2) Umiestnenie** - Každý má PC v miestnosti kde s ním pracuje a teplo je potrebné v celom objekte, nemôžeme teda ani náhodou uvažovať o používaní PC pre zisk odpadového tepla na vykurovanie.

**3) Doba používania** - Priemerný používateľ využíva PC keď príde domov z práce, približne 4 hodiny. U mladých je to zvyčajne hneď ako prídu domov zo školy, hlavne v zime a vo veľa prípadoch až do neskorých večerných hodín. PC je zaťažovaný podľa aplikácie ktorú používateľ využíva. V prípade ak je používateľ len na internete alebo pozerá film, môžeme hovoriť o približne 20 % zaťažení PC. Tu by bol tepelný zisk znova zanedbateľný. Iná situácia nastáva v prípade práce s náročnými 3D aplikáciami ako napríklad modelovanie alebo projektovanie v grafických programoch, rendering videa, práca vo výpočtových aplikáciach. Tu by sa dalo uvažovať o 70-90 % veľmi nepravideľného a kolísajúceho zaťaženia PC. Situácia kedy môžeme považovať PC za plne zaťažené nastáva v prípade hrania moderných hier. V tomto prípade je počítač zaťažený relatívne rovnomerne a po dlhšiu dobu.

Vzhľadom k týmto problémom nemožno uvažovať o využívaní priemerných PC na vykurovanie. Nikdy by takto zaťažené počítače nedokázali pokryť tepelné straty žiadneho objektu, ani samotných miestností. Riešenie vyhrievania pomocou PC je ukryté inde.

### 1.9.1 Úvod

Určite sa každý používateľ OS *Windows* stretol minimálne raz s nejakým druhom „vírusu“. Vírusy v tejto dobe majú iný charakter a prejavujú sa odlišne ako vírusy v rokoch 1995 – 2009, kedy vírus najčastejšie spôsoboval samovoľné vypínanie PC alebo počítač nereagoval na pohyby s myšou. V dnešnej dobe je najčastejším vírusom malware typu „miner“. Dostať takýto vírus je z hľadiska používateľa OS *Windows* veľmi ľahké.



Stačí si napríklad stiahnuť a nainštalovať nelegálnu kópiu nejakého programu, prípadne postačí návšteva neznámych webstránok. Ako nechcený darček býva často priložená samospúšťacia aplikácia naprogramovaná napríklad v niektorej z distribúcií OS *Linux*, prípadne v programovacom jazyku *java*. Takúto aplikáciu používateľ OS *Windows* nevidí. Táto aplikácia sama spustí tzv. „miner“, ktorý začne využívať výkon PC v svoj prospech. Skúsenejší používateľ zistí že počítač je zaťažovaný, aj keď napohľad nevykonáva žiadnu prácu pretože niesu spustené žiadne aplikácie. Veľa takýchto aplikácií je však sofistikovanejších a zaťažujú PC na úrovni, kedy je ťažšie to zistiť. Menej skúsený používateľ si zvyčajne nevšimne že jeho počítač vykonáva iné výpočtové operácie, než ktoré mu určil.

### Význam

Význam týchto aplikácií spočíva v tom, že takýto „miner“ vykonáva výpočtové operácie za ktoré dostáva odmenu jeho majiteľ. Účty za spotrebovanú elektrickú energiu ale platí prevádzkovateľ PC. Z tohto uhla pohľadu sa jedná o nedobrovoľný prenájom výpočtového výkonu. Takýto počítač zvyčajne vykonáva výpočty technológie *Blockchain*, ktorá je podstatou meny *Bitcoin*. Počítač overuje transakcie ľudí po celom svete a tým vypočítava ďalší „blok“ vetveného reťazca technológie *Blockchain*.

V tomto prípade sa z hľadiska elektrotepelnej techniky jedná o stabilne a rovnomerne zaťažovaný počítač, produkujúci značné množstvo tepla a niekto zato dostáva odmenu.

V súčasnosti je rozšírené aj tzv. „webové ťaženie“ kedy sa po otvorení internetovej stránky do počítača stiahne skript, ktorý začne využívať výkon CPU. [38]

### 1.9.2 Technológia Blockchain

V roku 2009 sa na verejnosť dostala prvá virtuálna kryptomena *Bitcoin*. Jej základnými vlastnosťami sú napríklad: nikto nemôže vlastniť všetky *Bitcoin-y*, nie je možné žiadnym spôsobom sfalšovať ani ovládať túto kryptomenu a je úplne oddelená od centrálnych bánk.

Väčšinu papierových peňazí vlastní centrálna banka jednotlivých krajín a tie určujú kedy budú vytlačené ďalšie peniaze. Týmto spôsobom centrálna banka disponujú mocou nad peniazmi obyvateľov. Tlačenie peňazí, ktoré niesu kryté ničím spôsobuje takzvanú „prirodzenú“ infláciu. Z môjho pohľadu to nie je prirodzená inflácia, ale skôr zaužívaný spôsob ktorým si štát dopomáha k zníženiu dlhov.

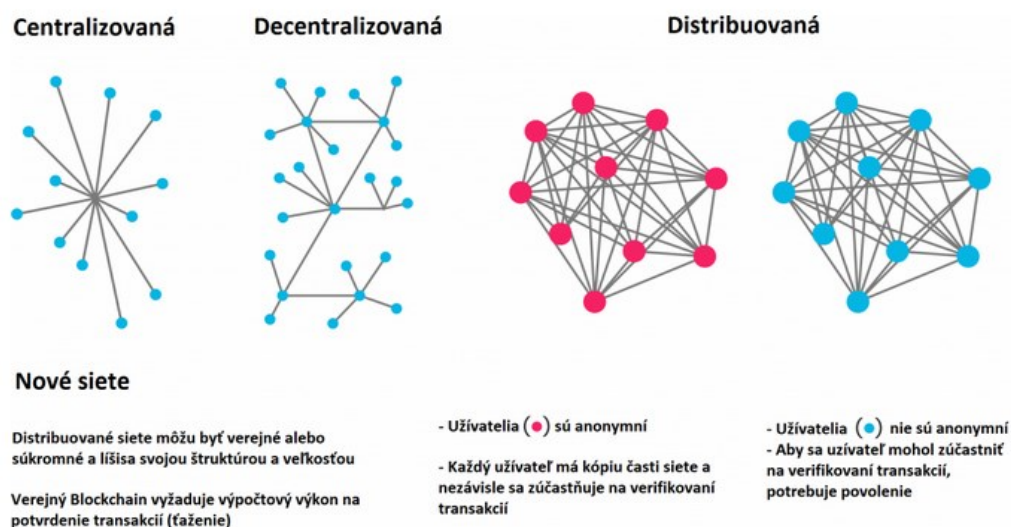
Narozdiel od klasických peňazí ktorých väčšina je uložená v centrálnych bankách, možno z veľkým nadsadením a zjednodušením povedať, že centrálnou bankou kryptomeny *Bitcoin* je technológia *blockchain*. [33]

„*Blockchain je v informatike špeciálny druh distribuovanej databázi uchovávajúcej neustále sa rozširujúci počet záznamov, ktoré sú chránené proti neoprávnenému zásahu jak z vonkajšej strany, ako aj zo strany samotných uzlov peer-to-peer siete. Najčastejšou aplikáciou technológie blockchainu je použitie ako účtovná kniha kryptomien, ktorá uchováva transakcie vykonané užívateľmi. Kombinácia s kryptografickou hashovacíou funkciou<sup>(1)</sup> umožňuje zaistiť atomicitu operácií a zabrániť neoprávneným transakciám*“.

[34]

### 1.9.3 Decentralizácia

V súčasnosti je zaužívaný model centralizovanej databáze s jedným veľkým dátovým centrom uchovávajúcim všetky informácie. Problém centralizovaných databáz je totožný s problémom centrálnych bánk. Databázu vlastní jeden alebo malá skupina ľudí, je teda náchylná na manipulácie s dátami. V prípade zničenia centrálnej databázy by došlo k zničeniu dát. Samozrejme každé moderné dátové centrum je zálohované. Ak by funkcie kryptomeny *Bitcoin* zabezpečovala centrálna sieť ktorá by overovala a šifrovala všetky transakcie, tak by sa táto kryptomena nelíšila od klasickej papierovej meny. V takomto prípade by bola bezvýznamná a nemala by žiadnu hodnotu. Nikto by ju neprijal nikto ako platidlo. Práve preto je väčšina kryptomien distribuovaných.



Obr.1.45 Rozdiel medzi centrálnou a distribuovanou sieťou

V decentralizovanej sieti *Blockchain* neexistuje slabý bod siete, nikto ju neriadi, nepotrebuje dátové centrá ani firmy ktoré by ju udržiavali pri chode. Beží na miliónoch počítačov bežných ľudí po celom svete. Prioritou takejto siete je bezpečnosť, všetky dáta v sieti sú šifrované *kryptografickou hashovaciou funkciou*<sup>1</sup>. V prípade ak sa niekto chce stať súčasťou siete, ponúkne výpočtový výkon svojho počítača. *Blockchain Bitcoin-u* je navrhnutý tak, aby hľadanie jedného bloku tzv. „ťaženie“ trvalo 10 minút. Pridanie ďalšej výpočtovej sily ale nezvýši výkon siete, naopak po odhalení bloku sa zvýši obtiažnosť tzv. „ťažby“. V bloku sú uložené dáta transakcií a každý uzol siete (počítač užívateľa) po vytlačení nového bloku skontroluje validitu (pravosť) týchto dát až potom sa blok pridá na najdlhší „chain“ (reťaz). Odtiaľ pochádza názov *Blockchain*.

### 1.9.4 Kryptografická hashovacia funkcia<sup>(1)</sup> – Secure Hash Algorithm (SHA)

Je to skupina kryptografických funkcií, vyvinutá americkou Národnou bezpečnostnou agentúrou (*NSA*) ako nástupca funkcie *MD5*, ktorá bola prelomená. Kritéria funkcie sú kladené na bezpečnosť a robia ju vhodnou na aplikácie v informačnej bezpečnosti ako napríklad autentifikácia alebo integrita správ. V súčasnosti neprelomenou funkciou je *SHA-2* uverejnenou v roku 2001 *Národným Inštitútom Štandardov a Technológií (NIST)*. Algoritmus rady *SHA-2* sa skladá zo 6 hashovacích funkcií s hashovacími hodnotami: 224, 256, 384 a 512 bitov. Analogicky označené *SHA-224*, *SHA-256*, *SHA-384*, *SHA-512*. Funkcie sú počítané s 32-bitových a 64-bitových znakov. Algoritmus *SHA-256* používajú viaceré kryptomeny pre overovanie transakcií. [36]

## Princíp kryptografickej hashovacej funkcie

Funkcia rozsekáva vstupný tok dát na bloky o veľkosti 256 bitov. Posledný blok zarovnáva na požadovanú veľkosť vstupného bloku. Tieto bloky sú logicky sčítané. Na začiatku s náhodným inicializačným vektorom a každý nasledujúci blok vstupu je logicky sčítaný s predchádzajúcim výsledkom. Do požadovaného zarovnania sa pridáva údaj o veľkosti vstupu, na ktorý je vyhradených 32 bitov. Výstupom algoritmu *SHA-256* je 256 bitový *hash*. Použitie informácie o veľkosti vstupu v procese výpočtu funkcie je výrazne zvýšená odolnosť funkcie voči slabým kolíziám. Ďalším zabezpečením je lavínová vlastnosť tvorby *hashu*. Znamená to použitie predošlého výsledku v tvorbe ďalšieho bloku, teda šírenie zmeny v jednom bloku od vstupu až do výstupu. Toto kritérium spôsobí veľkú zmenu výsledného *hashu* už pri zmene jedného znaku vstupného toku. Túto funkciu je vidieť na Obr. 1.46. kde zmena jedného čísla vo vstupe spôsobuje lavínové zmeny vo výstupe. Tento princíp je použitý pri vyššie popísanej technológii *Blockchain* na zvyšovanie obtiažnosti výpočtu blokov.

vstup:	Vyhlasujem, že ti dlhujem 100
výstup:	
MD5	fbe8e3408311811c0d182d0193a03a62
SHA-1	68741d0244e8ce0989af154977ce037c7c75a32e
SHA-256	da3292bf01f1a5a37ffd1c8650430c3a65766205bad2faac1e1a7ab1d23ccc88
RIPEMD160	01b5e2da3697a5759d7848e697b1415aeb6e082d
CRC32	46b88aaa

vstup:	Vyhlasujem, že ti dlhujem 900
výstup:	
MD5	42e4bf834247c94795911ef86b8817e3
SHA-1	6f6baee4bf87762435f0e245a94c478cbf3d97df
SHA-256	bfbcd7dbd3ff2b8f6b59142ad352136d70e53ec13c1b263dae685ca3fb46ded5
RIPEMD160	41392a069ce0a3b58062bbf66f9f528502d3c046
CRC32	48abdb12

Obr.1.46 Lavínová zmena výstupu pri zmene 1 znaku vo vstupe

## Využitie kryptografickej hashovacej funkcie

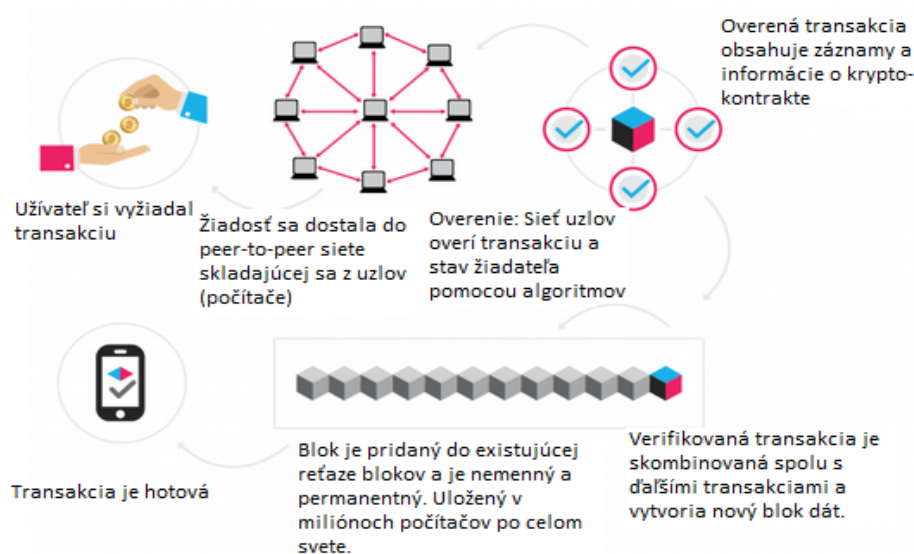
- digitálne resp. elektronické podpisy, certifikáty
- autorizačné správy a kódy, digitalizované odtlačky prstov
- implementovaná v každodenne a celosvetovo používaných zabezpečovacích internetových protokoloch napríklad *TLS*, *SSL*
- validácia softwarových balíčkov *Debian* (*Linux*, *Unix*)
- overovanie transakcií viacerých kryptomien
- Voľne dostupný OS *Kali Linux* priamo vytvorený na penetračné testovanie sietí, počítačov, mobilných telefónov overuje pravosť svojej distribúcie on-line práve týmto algoritmom. Týmto vývojári ručia za pravosť stiahnutej distribúcie OS pretože je vytvorený *open-source* politikou. Každý môže vidieť a upravovať jeho zdrojový kód. Je preto dôležité mať oficiálnu distribúciu. [37]

**Proof-of-Work (PoW) protokol** - Z elektrotepeľného hľadiska nás zaujíma jedine tento protokol, kde vlastník výpočtovej stanice využíva výpočetný výkon na validáciu transakcií a za tento úkon dostáva odmenu. Výpočetná stanica rieši algoritmus *SHA-256* v sieti *Blockchain*. Využívané kryptomenami ako napríklad *Bitcoin*, *Ethereum*, ktoré sa oproti *Bitcoinu* vyznačuje podstatne rýchlejšou validáciou bloku. Overenie trvá u *Ethereum* 12 sekúnd oproti 10 min u *Bitcoin-u*. *Ethereum* ako mladá kryptomena, uverejnená v roku 2015 je momentálne najzaujímavejšia pre svoje technológie, rýchlosť, ale aj odmeny pre výpočtové stanice.

### 1.9.5 Priebeh platby

Zjednodušene popísaný princíp priebehu transakcie pomocou technológie Blockchain:

Chceme poslať transakciu z peňaženky *A* do peňaženky *B*. Každá peňaženka má svoj *verejný* a svoj *privátny* kľúč. *Verejný* kľúč reprezentuje adresu danej peňaženky a *privátny* kľúč reprezentuje heslo k peňaženke a umožňuje prístup ku kryptomene uloženej v peňaženke. Jediné, čo potrebujeme je *verejný* kľúč peňaženky *B*, ktorú vlastní osoba ktorej chceme poslať kryptomenu. Zvolíme počet mincí a pomocou *privátneho* kľúča vytvoríme digitálny podpis, jedinečný kód v ktorom sú zašifrované údaje o transakcii. Tým je naša transakcia vytvorená a pripravená na odoslanie do siete. Následne milióny počítačov po celom svete overia validitu tejto transakcie a tým dokážu že transakcia bola vykonaná a nie je falošná. K tomu im poslúžia *verejné* kódy oboch peňaženiek. Týmto je vytvorený ďalší blok ktorý je navždy zapísaný v *Blockchaine*. Princíp je znázornený na Obr. 1.47.



Obr. 1.47 Priebeh platby použitím technológie blockchain

Sila technológie spočíva v:

- zdieľaná databáza distribuovaná on-line po celom svete
- transakcie s akýmkoľvek objemom sú vykonávané okamžite a overené behom pár minút
- periodicky aktualizovaná a overovaná databáza
- neexistuje centrum ani centrálna databáza
- bezpečná databáza ktorá nie je náchylná útokom hackerov ani manipuláciám
- transakcie sú transparentné a vyhľadateľné - existuje verejne dostupné on-line sledovanie transakcií s informáciami o verejných kľúčoch a objemom vykonaných transakcií
- aj keď sú transakcie transparentné, uzly sú anonymné a môžu byť pripojené aj nestabilným internetovým spojením

**Štáty voči týmto menám zaujali rôzne stanoviská, napríklad:**

- V Japonsku bol ako v prvej krajine na svete v roku 2017 Bitcoin uznaný ako legálne platidlo a zisky sú oficiálne zdaňované. Veľká časť zamestnancov niektorých automobilových firiem sú dobrovoľne platený touto kryptomenou.
- V Číne boli naopak smenárne Bitcoinu zatvorené a postavené mimo zákon
- Bielorusko koncom roka 2017 legalizovalo všetky kryptomeny a prezident podpísal dekrét zabezpečujúci plné oslobodenie od daní pre všetky úkony spojené s kryptomenami. [34]
- Európska únia bude na summite 2018 rokovať o technologických možnostiach zdaňovania kryptomien.

### 1.9.6 Hardwarové vybavenie výpočtovej stanice

V základe je takáto výpočtová stanica zložená s klasických počítačových komponentov. V určitých veciach je ale zásadne odlišná.

**Základná doska** -Voľba základnej dosky je dôležitá, pretože potrebujeme základnú dosku s vysokým počtom PCI-E 16x zberníc pre pripojenie najväčšieho možného počtu GPU. Na jednu základnú dosku je momentálne možné pripojiť najviac 12 GPU.

**RAM** – Náhodne alokovaná dočasná pamäť slúžiaca pre procesor postačí aj slabá.

**HDD** –V tomto prípade nieje nutný, pre účel výpočtovej stanice postačí kapacita USB pamäte 16 GB.

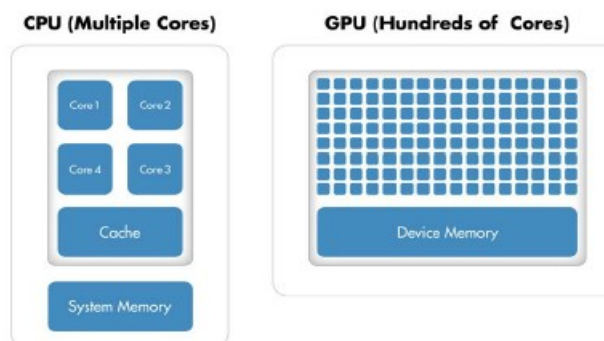
#### CPU- Central Processing Unit

Procesor je riadiaca jednotka každého počítača alebo mobilného telefónu na svete. Je navrhnutý na výkon výpočetných operácií podľa požiadavky softwaru.

Spravidla sa skladá sa z dvoch základných častí:

- Riadiaca jednotka, ktorá usmerňuje tok programu a informácií výkonným jednotkám.
- Aritmeticko-logická jednotka, ktorá vykonáva logické operácie s údajmi.

Procesor je navrhnutý na vykonávanie komplexných požiadaviek a riadi tok dát medzi počítačovými komponentami. Nie je preto vhodný na priamočiare výpočty vykonávané v mohutných počtoch. Preto sa pri konštrukcii výpočetnej stanice volí slabší procesor s čo najnižšou spotrebou elektrickej energie.



*Obr. 1.48 Architektúra CPU a GPU*

## GPU- Graphics Processing Unit – hlavný komponent určujúci výpočtový výkon

Grafická karta zabezpečuje zobrazovanie informácií na zobrazovacej jednotke. Spracováva informácie z CPU a výsledok zobrazuje na monitore prostredníctvom analógového respektíve digitálneho (DVI) výstupu. GPU je mikroprocesor optimalizovaný pre prácu s plávajúcou desatinnou čiarkou (floating point) a primárne je určený pre 2D a 3D renderovanie. Hlavnými atribútmi sú frekvencia jadra (250-110 Mhz) , počet pipeline (rozdelenie spracovania jednej inštrukcie medzi rôzne časti procesora a tým možnosť dosiahnuť spracovávanie viac inštrukcií naraz.

**GPU disponuje vlastnou pamäťou – VRAM** (Video RAM) s kapacitou dosahujúcou až 11 GB typu GDDR5X s frekvenciou až 10 000 Mhz.

**Disponuje vlastným BIOSom** (firmware) - je to čip obsahujúci základný program ovládajúci operácie na GPU – napríklad správa pamäti VRAM, časovanie procesora.

### Prečo sa grafické karty používajú na neustále sa opakujúce výpočty?

Architektúra zloženia GPU a CPU je na Obr. 1.48 a určuje význam procesora, ako flexibilnej riadiacej jednotky schopnej rozhodovať a rozdávať úlohy rôzneho typu. Oproti tomu je grafická karta výkonná jednotka schopná vykonávať obrovské množstvo výpočtov jedného typu. Disponuje veľkým počtom procesorov, ktoré majú priamy prístup k pamäti VRAM. Zobrazuje množstvo pixelov na obrazovke monitorov s veľmi rýchlym snímkaním obrazu.

Príklad pre porovnanie:

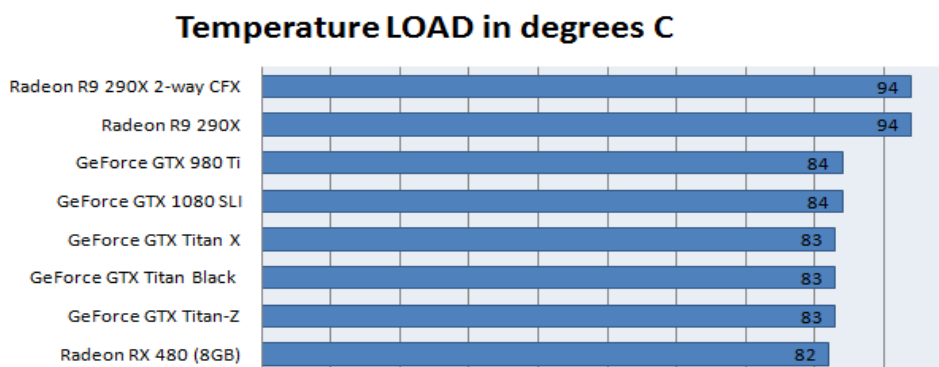
Procesor dokáže vykonať 4 32-bitové operácie za takt (clock) s použitím 128-bitovej inštrukcie alebo 8 operácií s použitím 256-bitovej inštrukcie. V porovnaní s grafickou kartou *Radeon HD 5970*, ktorá dokáže vykonať 3200 32-bitových operácií za takt je táto GPU až 800 násobne rýchlejšia.

### Výkon GPU sa pre potreby výpočetnej stanice meria v MH/s – (Milion Hashes per second)

Vyjadruje počet pokusov vytvoriť unikátny blok *kryptografickej hashovacej funkcie* za jednotku času. Toto je neustále sa opakujúci výpočetný úkon hľadania unikátneho bloku, ktorý bude pridaný k reťazcu *Blockchain-u*.

**GPU je PC komponent s najväčším príkonom. Pri práci generuje množstvo tepla. Príkon 1 GPU sa pohybuje od 100 – 300 W. V jednej výpočetnej stanici je ich umiestnených 6 – 8 ks.**

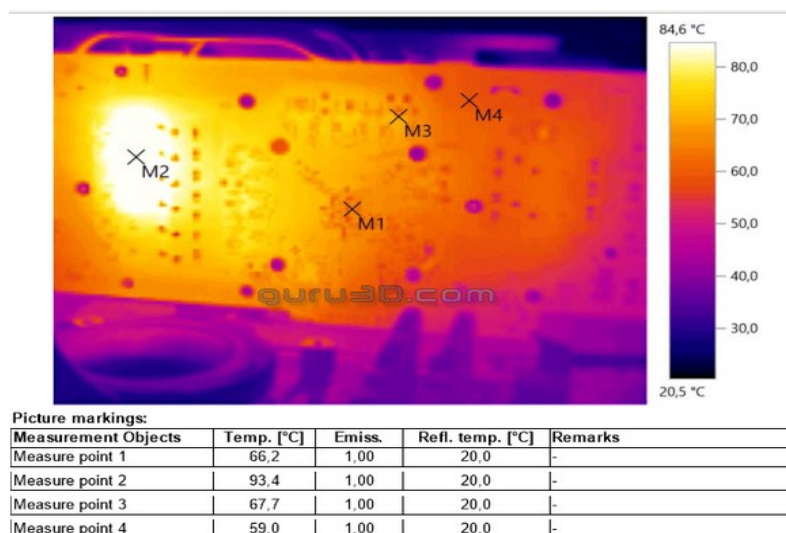
## 1.9.7 Termálna analýza GPU



Obr. 1.49 Teploty GPU počas záťažového testu



GPU bez záťaže dosahují teploty 40 °C. Na Obr. 1.49 je zátěžový test kde teploty dosahují 80 - 90 °C.

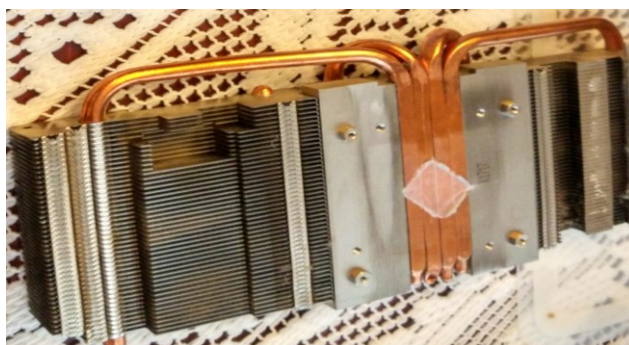


Obr. 1.50 Termálna analýza GPU počas zátťažového testu

Pomocou termogramu (elektronický termo-snímkoř) bola zmeraná teplota povrchu GPU AMD RX 480. Na Obr. 1.50 je vidno, že v bode M2 teplota dosahovala až 93°C. Nie je to však oblasť procesorov GPU, ale práve oblasť kde sa nachádzajú pamäte VRAM, ktoré sú pod extrémnou záťažou počas výpočtov zobrazovacích funkcií.

**Vznik tepla:** Čip je integrovaný obvod s obrovským množstvom polovodičových súčiastok s hustotou miliónov, resp. miliard prvkov na jednom čipe. Týmto obvodmi prechádza prúd  $I$  s frekvenciou  $f$  rádovo v GHz, prechodom prúdu vzniká množstvo tepla  $Q$ , pretože polovodiče majú pomerne veľký odpor  $R$ . V čipoch teda vzniká teplo rovnako ako v priamovýhrevnom elektrickom vykurovaní v rovnici (1.1).

Toto teplo je z čipov odvádzané za pomoci teplovodivej pasty nanesenej na čip pre ideálnu tepelnú vodivosť a priľnavosť chladiča k čipu odovzdávané chladičom. Tie sú vyrobené z medi ako vidno na Obr. 1.51 pre čo najlepšie vedenie tepla. Rebrovanie je vyrobené z hliníku. Z rebrovania chladičov sa potom teplo šíri radiáciou. Konvekciou sa šíri teplo do priestoru za pomoci 2 ventilátorov riadených PWM (pulzne šířková modulácia).



Obr. 1.51 chladič z rozobratej GPU AMD RX 580

Výkonné chladiče na Obr. 1.51 zabezpečujú výborné radiačné šírenie tepla do priestoru.

### 1.9.7 Riadenie výpočtovej stanice

Vytvorený zjednodušený OS *Simplemine* pre výpočtové stanice pôvodne z OS *Linux Ubuntu 16.04* je nahratý na USB disk a vložený do výpočtovej stanice. Pomocou USB disku sa stanica konfiguruje a spúšťa. Obsahuje adresu na ktorú sa zariadenie pripája a identifikuje sa tak pre svojho majiteľa a software zabezpečujúci tok výpočetných operácií. Obsahuje aj verejný kľúč peňaženky na ktorú sa posiela odmena za vykonané výpočty. Stanica sa potom bezpečne a pohodlne ovláda cez internet.



Obr. 1.52 Výpočtová stanica s príkonom 8 kW

Na Obr. 1.52 je výpočtová stanica s príkonom 8 kW. Obsahovala 97 grafických kariet a okrem výpočtov pre technológiu *Blockchain* slúžila aj na ohrev vzduchu v rodinnom dome. Dom s rozlohou 130 m<sup>2</sup> sa zaobišiel celú zimu bez prídavných zariadení na ohrev vzduchu a teplo sa šírilo do priestoru len prirodzene a za pomoci chladičov umiestnených na GPU.

RigList

5)

ASSIGN GROUP OPTIONS: wallets All rigs Actions Fee balance: 0.7783\$ (2.33 days remaining)

1)

Search

<input type="checkbox"/>	Name	Group	Notes	Status	Conso	66 76 69 66 67 63 72 64 °C 27 34 27 27 27 27 27 27 %	e/Mem 3)	Actions 4)
<input type="checkbox"/>	RIGHA1	RIGHA1	-	ON(28)	212.32 MH/s	76°C 34 %	1340 1340 1340 1340 1340 1244 1340 1340 (6) 1750 2150 1750 1750 1750 1750 2100 1750	
<input type="checkbox"/>	RIGHA2	RIGHA2	-	ON(28)	64.42 MH/s	78°C 37 %	1125 1216 1216 1216 1216 1216 (6) 1975 1500 1500 1500 1500 1500	
<input type="checkbox"/>	RIGHA5	RIGHA5	-	ON(38)	206.88 MH/s	76°C 28 %	1340 1209 1340 1340 1340 1340 1340 (6) 1750 1750 2150 1750 1750 1750 1750	
<input type="checkbox"/>	RIGHA6	RIGHA6	-	ON(21)	213.01 MH/s	74°C 27 %	1340 1340 1340 1244 1340 1340 1340 (6) 2150 1750 1750 1750 2150 1750 1750	
<input type="checkbox"/>	RIGOVA1	RIGOVA1	-	ON(16)	70.29 MH/s	76°C 28 %	1216 1216 1216 1216 1216 1216 (6) 1500 1500 1500 1500 1500 1500	

2)

Obr. 1.53 Online manažment výpočtových staníc



Legenda Obr 1.53:

1) horný riadok - aktuálne teploty každej GPU samostatne

spodný riadok - percentuálny výkon chladičov každej karty samostatne.

2) výpočtový výkon v MH/s

3) vrchný riadok CORE – frekvencia jadra procesora pre každú GPU samostatne

spodný riadok MEM – frekvencia VRAM pre každú GPU samostatne

4) Možnosť diaľkového ovládania stanice (symbolmi aj príkazmi v jazyku *Linux*)

-reštart, vypnutie, nastavenie iného software pridelujúceho výpočetné operácie, zmeny frekvencie procesora alebo VRAM- priamy vplyv na výpočtový výkon, teplotu jadra aj spotrebu danej GPU, možnosť nastavenia žiadanej teploty alebo minimálneho výkonu ventilátorov bez ohľadu na teplotu

5) kreditný zostatok za služby prehľadného managementu výpočtových staníc a vytvorenie operačného systému *Simplemine*, platí sa v kryptomene podľa voľby a poplatok je len 2 USD/mesiac

#### Miner Console

```
ETH - Total Speed: 212.279 Mh/s, Total Shares: 65318, Rejected: 0, Time: 172:24
ETH: GPU0 25.121 Mh/s, GPU1 31.001 Mh/s, GPU2 25.120 Mh/s, GPU3 25.127 Mh/s, GPU4 25.129 Mh/s, GPU5 25.356 Mh/s, GPU6
30.299 Mh/s, GPU7 25.126 Mh/s
ETH: 04/19/18-19:40:33 - SHARE FOUND - (GPU 2)
ETH: Share accepted (61 ms)!
GPU0 t=66C fan=27%, GPU1 t=76C fan=27%, GPU2 t=69C fan=27%, GPU3 t=66C fan=27%, GPU4 t=67C fan=27%, GPU5 t=62C
fan=27%, GPU6 t=71C fan=27%, GPU7 t=64C fan=27%
ETH: 04/19/18-19:40:36 - SHARE FOUND - (GPU 4)
ETH: Share accepted (61 ms)!
ETH: 04/19/18-19:40:39 - New job from eth-eu.dwarfpool.com:8008
ETH - Total Speed: 212.258 Mh/s, Total Shares: 65320, Rejected: 0, Time: 172:24
ETH: GPU0 25.116 Mh/s, GPU1 30.989 Mh/s, GPU2 25.119 Mh/s, GPU3 25.120 Mh/s, GPU4 25.119 Mh/s, GPU5 25.351 Mh/s, GPU6
30.309 Mh/s, GPU7 25.134 Mh/s
ETH: 04/19/18-19:40:43 - SHARE FOUND - (GPU 0)
ETH: Share accepted (69 ms)!
ETH: 04/19/18-19:40:46 - New job from eth-eu.dwarfpool.com:8008
ETH - Total Speed: 212.293 Mh/s, Total Shares: 65321, Rejected: 0, Time: 172:24
ETH: GPU0 25.120 Mh/s, GPU1 30.980 Mh/s, GPU2 25.121 Mh/s, GPU3 25.139 Mh/s, GPU4 25.135 Mh/s, GPU5 25.356 Mh/s, GPU6
30.312 Mh/s, GPU7 25.130 Mh/s
```

#### Obr. 1.54 Konzola jednej z výpočtových staníc

Prostredníctvom funkcie konzola môžeme vidieť prácu vykonávanú konkrétnou stanicou on-line, vrátane neustálej kontroly teplôt GPU. Pričom zelenou farbou sú zvýraznené prijaté a vykonané výpočty aj s časom ktorý bol potrebný na výpočet. Stanica, ktorej konzola je vyobrazená na Obr 1.54 obsahuje 8 GPU a odoberaný výkon je stabilných 1450 – 1500 W pričom 97% spotrebovanej energie je premenenej na teplo. To je dané 97 % účinnosťou zdroja. Počas prevádzky nedošlo k samovoľnému vypnutiu ani iným poruchám a teploty GPU sa udržiavajú stabilne. Toto zariadenie dokáže vyhriať byt s rozlohou 65 m<sup>2</sup> pričom v miestnosti kde je zariadenie umiestnené je príjemný pocit sálavého tepla. Ventilátory idú na 27 % svojho výkonu a nedosahujú hlučnosť ani 15 dB (merané 2m od zariadenia). Bolo popísané zariadenie zkonštruované pre vykonávanie výpočtových operácií pre technológiu blockchain. Takéto zariadenie je schopné generovať množstvo tepla a majiteľ dostáva odmenu za vykonanú prácu.

## Náklady na vykurovanie

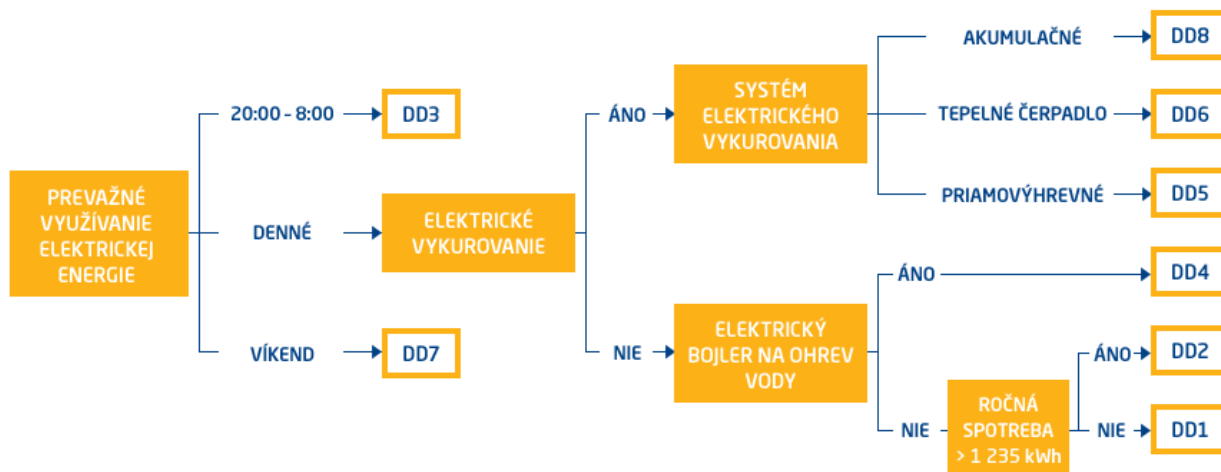
V prípade uvažovania o elektrickom spôsobe vykurovania, je nutný výber výhodnejšieho tarifu od dodávateľa elektrickej energie. Dodávatelia poskytujú výhodnejší tarif len v prípade elektrického vykurovania s právoplatne doloženým potvrdením o inštalácii odbornou firmou a revíziou elektrickej prípojky. Elektrické vykurovanie je cenovo konkurencie schopné s ostatnými druhmi paliva len v prípade výhodného tarifu pre elektrické vykurovanie. V inom prípade je elektrická energia príliš drahá.

Dodavatelia elektrickej energie ponúkajú niekoľko taríf pre využitie elektriny na vykurovanie.

### Druhy taríf:

- Tarif pre priamovýhrevné elektrické vykurovanie** - Používané pri vykurovaní pomocou lokálnych elektrických ohrievacích telies ale aj pri použití centrálneho teplovodného vykurovania elektrickým kotlom. Kotle sú vybavené vlastným ovládaním a plynulou alebo stupňovitou reguláciou výkonu. Táto tarifa je dvojsadzbová: nízka tarifa (NT) pre vykurovanie a vysoká tarifa (VT) pre ostatnú spotrebu. Časové oddelenie pomocou HDO.
- Tarif pre akumulčné systémy** - V ponuke sú dva druhy tarify. Dodávka NT po dobu 8 hodín alebo dodávka NT po dobu 16 hodín. Pri prvej možnosti má tarifa nižšie sadzby pre NT aj VT než pri 16 hodinovej tarife.
- Tarif pre tepelné čerpadlá** - V tejto tarife je cena elektrickej energie najnižšia. Jedinou nevýhodou je vysoká investícia do TČ a s ním spojených nákladov. [23]

### Sadzby na dodávku elektriny

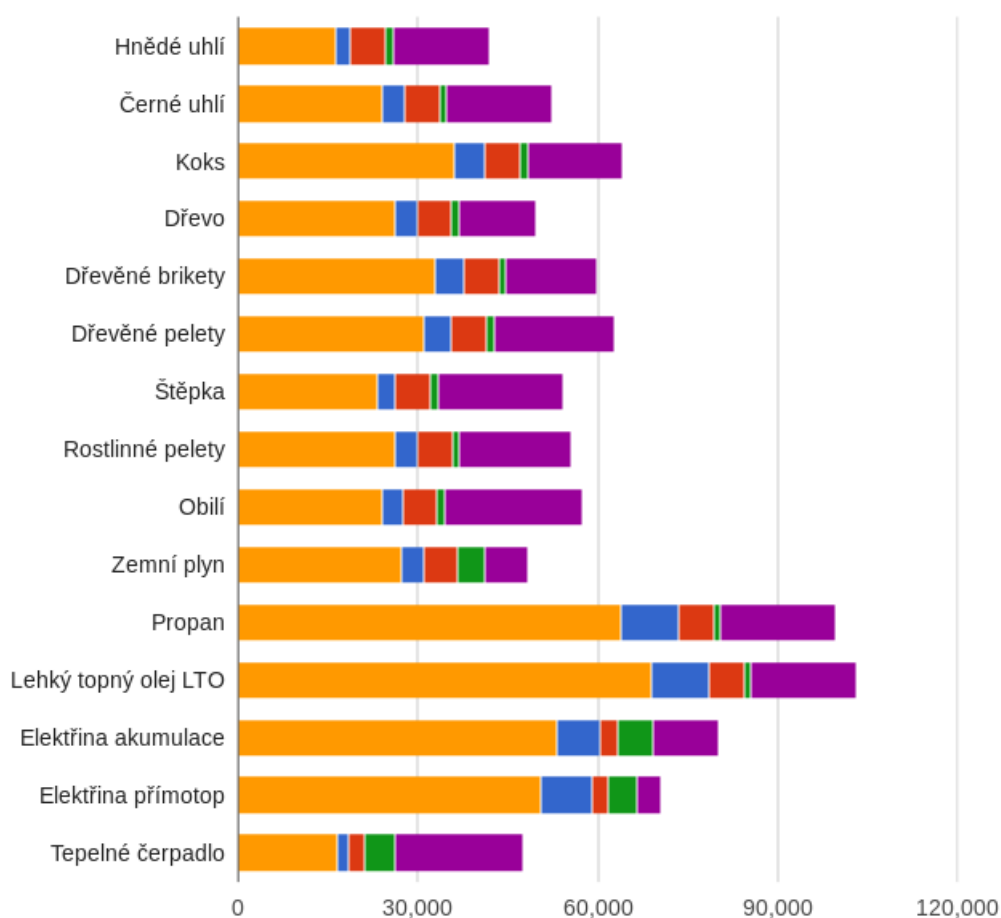


Obr. 1.55 Výber vhodného tarifu u dodávateľa v regióne

Z grafu na Obr. 1.56 je vidno výšku ročných nákladov na vykurovanie pri použití daného typu paliva na vykurovanie. Je použitá aplikácia pre výpočet nákladov dostupná na [39]. Ročné prevádzkové náklady sú bleďo-hnedou farbou. Fialovou farbou v grafe sú náklady na investíciu a údržbu. Najlacnejším pevným palivom je hnedé uhlie, následuje biopalivo obilie a drevný odpad. Ako ďalšie palivo v poradí je zemný plyn, ktorým je zadaný dom vykurovaný. Pre porovnanie ročných nákladov bol použitý údaj o jednotkovej cene zemného plynu vypočítaný v časti 2.7 tejto práce. Jedná sa o výhodný tarif typu D3. Ročné náklady na vykurovanie, ohrev TUV aj varenie plynom teda zodpovedajú realite pri zadanom RD, približne 1100 €.

Najdrahšie je vykurovanie olejom a propánom. Za ním ako najdrahšie palivo nasleduje priamovýhrevné vykurovanie elektrinou a akumulácie vyhrievanie elektrinou. V grafe je použitý prípad spotreby tepla 70 GJ/rok zodpovedajúci výpočtom v 3. časti práce.

**Potreba energie na vytápění a teplou vodu 29 705 kWh/rok, spotřeba elektrické energie pro ostatní spotřebiče 1 231 kWh/rok**



Obr. 1.56 Porovnanie nákladov na vykurovanie pre dom s potrebou energie približne 30 MWh/rok [39]

Celkovo najlacnejšie vychádza vykurovanie tepelným čerpadlom u hladiska ročných nákladov na spotrebovanú energiu. Uvažovaný je samozrejme najvýhodnejší tarif pre vykurovanie tepelným čerpadlom. Nevýhodou zostáva počiatočná investícia, tá je v tomto prípade 10 700 € pre navrhnuté TČ typu vzduch-voda. Cenový návrh je v označený ako *Príloha J* v tejto práci. Ak je uvažovaná cena aj s nákladmi na investíciu a údržbu, cena prevádzky TČ je omnoho drahšia ako prevádzka plynového kotla.

## 2 Popis domu, výkresová dokumentácia, použité materiály.

### 2.1 Popis domu

Rodinný dom pre ktorý bude navrhnutý vykurovací systém sa nachádza v meste *Handlová* a je zobrazený na *Obr. 2.1*. Objekt sídli v nadmorskej výške 439 m.n.m. a podľa rozdelenia klimatických podmienok na Slovensku sa radí do mierne teplej oblasti s priemernou ročnou vonkajšou teplotou okolo 8 °C. Mesto je vybudované v Handlovskej kotline, ktorá spadá pod geomorfologický podcelok Hornonitrianskej kotliny. Mesto Handlová je obklopené pohoriami Kremnické vrchy, Žiar a Vtáčnik. Podľa geografickej zóny sa nachádza v okrese Prievidza. [45,46]

V dome sa využíva na vykurovanie, ohrev TUV aj varenie zemný plyn. Elektrická energia sa používa bežnými spotrebičmi a na dohrev vzduchu v kúpeľni pri nízkych vonkajších teplotách vzduchu.



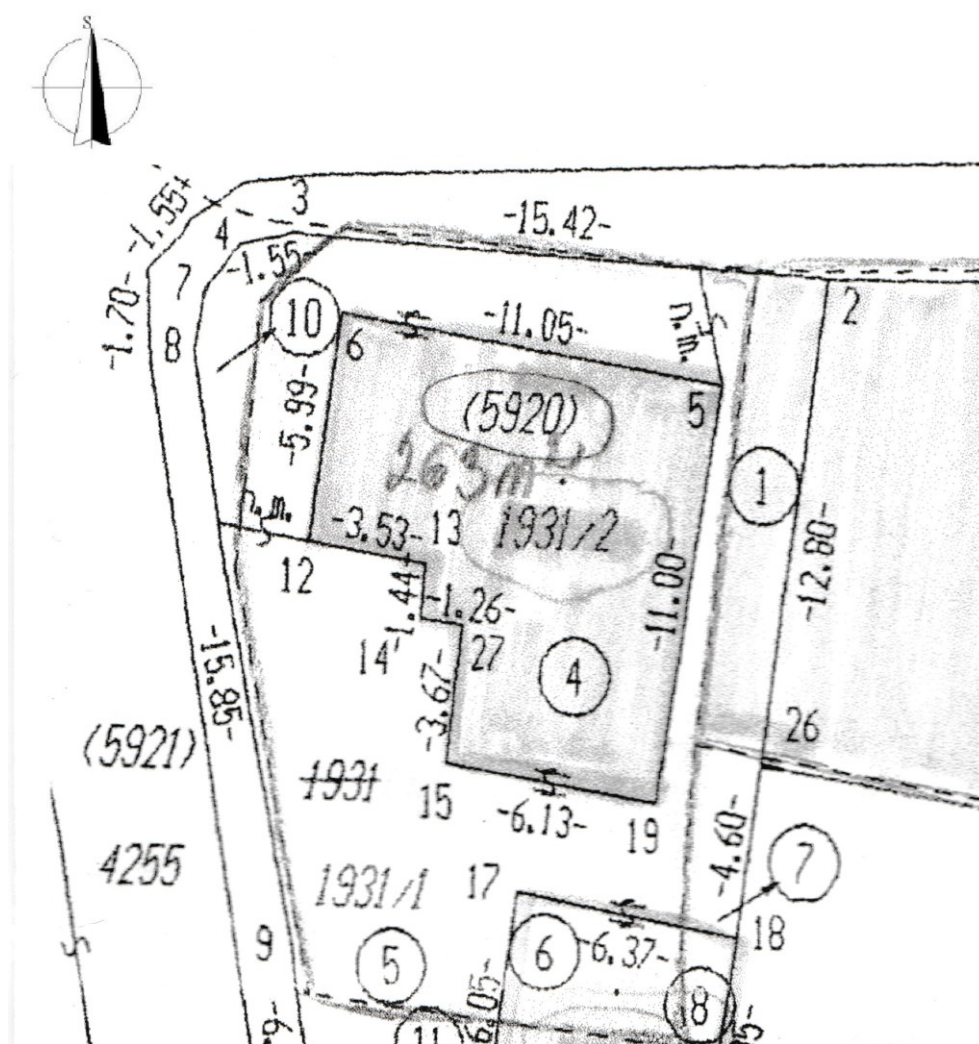
*Obr. 2.1 Zadaný RD pre návrh vykurovacej sústavy*

### 2.2 História domu

Dom bol vybudovaný pred 2. sv. vojnou v roku 1939. Jedná sa teda o starý rodinný dom, ktorý sa pôvodne skladal z dvoch veľkých izieb v I. NP. a miestnosti na uskladnenie potravín. Pôvodne mal celkovú rozlohu 77 m<sup>2</sup>. Dom je čiastočne podpivničený, vchod do pivnice je umiestnený v miestnosti na uskladnenie potravín a pivnica má rozlohu 7,5 m<sup>2</sup>. Pôvodnú výkresovú dokumentáciu sa nepodarilo zachovať. Na dome prebehli celkom 2 rozsiahle prestavby a rekonštrukcie. V roku 1973 bola realizovaná prístavba k domu, kde bola dostavaná jedna izba s rozlohou 10,66 m<sup>2</sup>, kúpeľňa a oddelené WC. Celková rozloha prístavby je 33 m<sup>2</sup>. Dom má celkovú zastavanú plochu 100m<sup>2</sup>.

## 2.3 Súčasný stav objektu

Dom je situovaný do mierneho svahu s výškovým rozdielom 30cm. Základy sú vybudované tak, aby umiestnili nosnú podlahovú dosku domu do vodorovnej polohy. Ako materiál pre stavbu základov bol použitý kameň a betón. Rez domu ani projektová dokumentácia k domu neexistuje, preto boli zistené stavebné informácie od vlastníka a použité k nim prislúchajúce katalógové hodnoty súčiniteľov prestupu tepla. Obvodové múry sú taktiež zložené z kameňa a betónu, s rozdielnou hrúbkou. Na základe údajov získaných z katastrálnej mapy SR boli zistené rozmery zastavanej plochy. Geometrický plán bol získaný od vlastníka a výrez geometrického plánu s vonkajšími rozmermi domu je zobrazený na Obr. 2.2. Tieto údaje zodpovedajú realite, nakoľko som pri meraní interierových priestorov laserovým meračom vzdialenosti zmeral aj vonkajšie rozmery domu, výšku jednotlivých podlaží a výšky jednotlivých strešných rovín. V programe *Excel* bola vytvorená tabuľka pre pomocné výpočty určujúce presné rozmery stien a povrchových úprav.



Obr. 2.2 Výrez z geometrického plánu

Na základe zmeraných a vypočítaných údajov boli v rysovacom programe vytvorené pôdorysy I.NP. a II.NP. Pôdorysy sú použité ako pozadia pre vytvorenie 3D modelu domu, na výpočet tepelných strát a pri návrhu vykurovania v programe *TechCON*.

Pôdorys I.NP. je označený ako *Príloha A*. Pôdorys II. NP. je označený ako *Príloha B*.



## 2.4 Použité materiály

Obvodové múry a základy pôvodnej časti domu sú z kameňa a betónu, nosné priečky sú z plnej tehly. Z vnútornej časti je nanosená tenká vrstva vápennej omietky. Prístavba domu je z *POROTHERM* tvárnic s nanosenou vonkajšiou omietkou *POROTHERM* a vápennou omietkou zvnútra. Hrúbky jednotlivých stien a presné konštrukčné zloženie je zobrazené v *Tab. 2.1*.

*Tab. 2.1 Skladba použitých konštrukčných prvkov domu*

č.	Konštrukcia	U [W/m <sup>2</sup> K]	Hrúbka [m]	Poznámka:
1	ZÁKLAD_1	2.179	0.4	Kameň + betón 400 mm
2	ZÁKLAD_2	1.931	0.5	Kameň + betón 500 mm
3	NOSNÁ PRIEČKA	1.898	0.28	Plná tehla 280 mm
4	PRÍSTAVBA	0.304	0.4	POROTHERM 40 P+D (s maltou POROTHERM TM s vonkajšou omietkou POROTHERM TO hrúbky 4 cm
5	OBVODOVÝ MÚR_1	1.828	0.49	Vápenná omietka + Kameň + betón 450 mm + Vápennocementová omietka
6	OBVODOVÝ MÚR_2	2.049	0.4	Vápenná omietka + Kameň + betón 380 mm + Vápennocementová omietka
7	DELIACA PRIEČKA	0.8	0.16	Plná tehla + prí murovka
8	DELIACA PRIEČKA_2	2.028	0.23	Vápenná omietka + Plná tehla 140 mm
9	WC	0.8	0.18	Plná tehla + prí murovka
10	NOSNÁ PRIEČKA_2	0.45	0.3	Tehla dierovaná 150mm + stierka

V roku 2007 boli v celom dome vymenené pôvodné drevené okná za plastové, celkovo 7 okien. Všetky okná boli od firmy *ALUSOLID*, typu *SALAMANDER* s 3 komorovým profilom. Fakturácia výmeny okien a technické údaje boli k dispozícii. Podľa faktúry bola vytvorená tabuľka v programe *Excel* s rozmermi jednotlivých okien, cenami a technickými údajmi získanými zo stránky výrobcu ktoré boli použité pri výpočte tepelnej straty objektu. Technické údaje okien sú zobrazené v *Tab. 2.2*. Pri rekonštrukcii boli vymenené aj vonkajšie dvere za plastové. Technické údaje k dverám sú v *Tab. 2.3*. V roku 2008 prebehla kompletná výmena strešnej krytiny. Počas tejto rekonštrukcie bola zateplená menšia technická miestnosť na II.NP. v ktorej sa nenachádza zdroj tepla a nie je ani v pláne jeho umiestnenie. Zateplená bola len plocha nad kuchyňou kde bola uložená minerálna vata o hrúbke 15mm a OSB dosky s hrúbkou 13mm.

*Tab. 2.2 Technické údaje o použitých oknách*

č.	Konštrukcia	x [m]	y [m]	U [W/m <sup>2</sup> K]	A [m <sup>2</sup> ]	Poznámka:
1	OBÝVAČKA	2.23	1.33	1.7	2.97	Okno plastové 3 komorový profil; U <sub>q</sub> = 1,1 W/m <sup>2</sup> K
2	IZBA Č.1	1.68	1.2	1.7	2.02	Okno plastové 3 komorový profil; U <sub>q</sub> = 1,1 W/m <sup>2</sup> K
3	SKLAD POTRAVÍN	0.5	0.8	1.7	0.4	Okno plastové 3 komorový profil; U <sub>q</sub> = 1,1 W/m <sup>2</sup> K
4	WC	0.49	0.51	1.7	0.25	Okno plastové 3 komorový profil; U <sub>q</sub> = 1,1 W/m <sup>2</sup> K
5	KUCHYŇA	0.84	1.37	1.7	1.15	Okno plastové 3 komorový profil; U <sub>q</sub> = 1,1 W/m <sup>2</sup> K
6	KÚPEĽŇA	1.23	1.25	1.7	1.54	Okno plastové 3 komorový profil; U <sub>q</sub> = 1,1 W/m <sup>2</sup> K
7	IZBA Č.2	1.69	1.23	1.7	2.08	Okno plastové 3 komorový profil; U <sub>q</sub> = 1,1 W/m <sup>2</sup> K

*Tab. 2.3 Technické údaje o použitých dverách*

č.	Konštrukcia	x [m]	y [m]	U [W/m <sup>2</sup> K]	A [m <sup>2</sup> ]	Poznámka:
1	VCHODOVÉ	0.9	2.1	1.3	1.89	Dvere ochladzované euro
2	VNÚTORNÉ	0.9	2.14	3.003	1.93	Dvere vnútorné drevené s jedným sklom z 2/3
3	VNÚT_TENKÉ	0.8	2	2	1.6	Dvere vnútorné drevené plné

x – dĺžka okna, dverí [m]

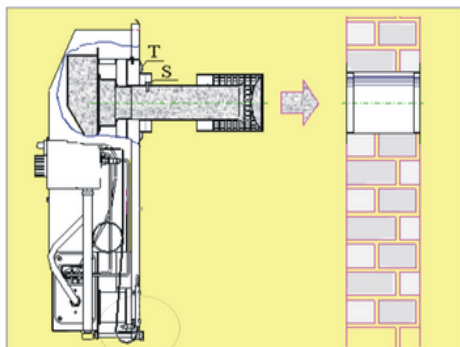
y - výška okna, dverí [m]

A - plocha [m<sup>2</sup>]

## 2.5 Popis súčasného spôsobu vykurovania v objekte, ohrev TUV a náklady

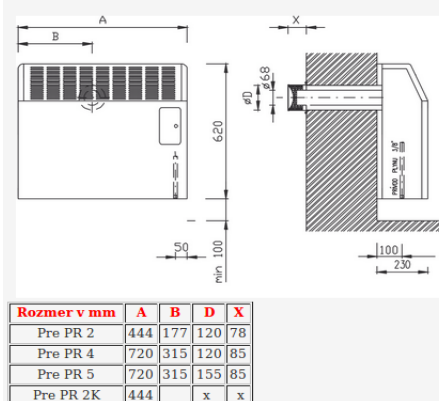
V dome sa nachádza celkovo 5 plynových radiátorov. V I.NP. sa nachádzajú 3 radiátory typu *MODRATHERM PR 2* s menovitým tepelným výkonom 2 kW a 1 radiátor typu *MODRATHERM PR 4* s menovitým tepelným výkonom 4 kW. V II.NP. sa nachádza jedna vykurovaná izba a v nej je umiestnený typ *PR 2*. Celkový tepelný výkon plynových radiátorov je teda 12 kW.

**Osadenie radiátora na stenu :**



Obr. 2.3 Používané lokálne plynové kachle [40]

**Rozmerová schéma :**



Obr. 2.4 Rozmery používaných telies [40]

Jedná sa o spotrebič prevedenia typu C1 – uzatvorený spotrebič s prívodom vonkajšieho vzduchu prirodzeným ťahom a odvodom spalín cez stenu do vonkajšieho priestoru. V každej vyhrievanej izbe domu je v stene pod oknom vybudované potrubie pre prívod čerstvého vzduchu z vonkajšieho prostredia, a dymovodu pre odvod spalín do vonkajšieho prostredia. Potrubie o priemere 120mm pre prívod čerstvého vzduchu z vonkajšieho prostredia je vyrobené z pozinkovaného plechu. Dymovod o priemere 60 mm tvorí vnútornú časť potrubia a je vyrobený z koróziivzdornej ocele. Vyústenie spalín cez vonkajšiu stenu je možné až do hrúbky steny 60 cm. Presah dymovodu cez stenu je 78 mm. [41]

Prevádzka tohto typu teplovzdušného radiátora nie je podmienená dodávkou elektrickej energie. Plynový agregát pozostáva z plynového rozvodu, združenej plynovej armatúry, zapalovacieho horáka a hlavného horáka zhotoveného z koróziivzdornej ocele. Teplotný snímač plynovej armatúry riadi prietok plynu – maximálny a znížený výkon, a tým plynulo reguluje priestorovú teplotu. Nastavenie na požadovanú hodnotu sa vykonáva multifunkčným otočným ovládacím oceľovým tlačidlom. Havarijné uzatvorenie prívodu plynu v prípade zhasnutia plameňa je zabezpečené pomocou termoelektrickej poistky zabudovanej v plynovej armatúre. Spaľovacia komora je vyrobená z oceľového plechu a je obojstranne chránená povrchovou úpravou smaltovaním. Tento typ plynovej armatúry umožňuje individuálne nastavenie teploty vyhrievaného objektu v rozsahu 13 °C až 38 °C a dosahuje tepelnú účinnosť 88 %. Spotreba jedného plynového radiátora pri 15 °C je 0,26 m<sup>3</sup>/h.

### Výhody lokálneho plynového vyhrievania:

- nízka cena zariadenia
- nízke náklady na prevádzku
- nevyžaduje teplotné médium
- automatická regulácia výkonu horáka
- vysoká spoľahlivosť a životnosť
- jednoduchá montáž a obsluha zariadení

### Nevýhody lokálneho plynového vyhrievania:

- miestnosti sú ohriate nerovnomerne
- nutné umiestnenie potrubia

## 2.6 Ohrev TUV

Ohrev TUV zabezpečuje plynový ohrievač *TATRAMAT* typ *HT 120K* zobrazený na *Obr. 2.5*, ktorý je umiestnený v kúpeľni. Montáž prebehla v roku 2005 a celková cena vrátane montáže bola 1430 € v prepočte z vtedajších korún. Jedná sa o prevedenie s odťahom spalín do komína.

**Tatramat HT 120**



*Obr. 2.5 Plynový ohrievač TATRAMAT HT 120 [42]*

Tento plynový zásobníkový ohrievač disponuje priamym ohrevom úžitkovej vody prostredníctvom atmosférického horáka. Ohrievač je určený na zavesenie na stenu. Obsahuje teplotne riadené zariadenie na kontrolu spalín pri regulátore ťahu. Disponuje taktiež aj termoelektrickou kontrolou plameňa, vysokoúčinným atmosférickým horákom s predmiešaním a piezoelektrickým zapalovačom. Táto verzia má objem nádoby na vodu 120 l. Povrch vnútornej nádrže je chránený kvalitným smaltom a anódovou ochranou proti korózii. Poskytuje úspornú prevádzku vďaka bezfreónovej tepelnej polyuretánovej izolácii a vizuálna kontrola teplej vody je zabezpečená pomocou signalizácie. Umožňuje väčší odber TUV na viacerých odberných miestach súčasne. Teplota vody je nastaviteľná v rozmedzí 30 °C až 70 °C ovládacím tlačidlom, ktoré reguluje plynový prietokový ventil. Automatické prihrievanie vody nastáva po úbytku 20 l teplej vody, alebo pri poklese teploty vody o 5 °C.

Tepelný výkon ohrievača TUV typu *HT 120K* je 4,2 kW a účinnosť 87 %. Výrobca udáva spotrebu plynu pri prevádzke 0,52 m<sup>3</sup>/h a množstvo tečúcej TUV 3,3 l/min.

V dome využívajú TUV 4 osoby a výkon aj kapacitu ohrievača považujú za dostatočný.

### **Výhody ohrievania TUV plynovým akumulácnym ohrievačom**

- |                               |                                 |
|-------------------------------|---------------------------------|
| - nízka investícia            | - spaľovanie aj na propán-bután |
| - úsporná prevádzka           | - jednoduchá inštalácia         |
| - vysoká bezpečnosť zariadení | - bez spotreby el.energie       |



## 2.7 Spotreba plynu a elektrickej energie

V dome je využívaný plyn na vyhrievanie, varenie aj ohrev TUV. K dispozícii som mal údaje o spotrebe plynu za posledný rok. Distribútor plynu neuvádza jednotkovú cenu energie ani po ročnom zúčtovacom období. Preto som vytvoril prehľadnú tabuľku v programe *Excel* slúžiacu ako pomocný výpočet (Tab. 2.4) pre zistenie ročnej spotreby energie. V Tab. 2.5 je výpočet celkovej dodanej energie v kWh a jednotková cena je uvedená v € aj Kč.

V rodinnom dome žijú 4 osoby, celkový ročný odber plynu je 2925 m<sup>3</sup> a celková dodaná energia 31,461 MWh. Náklady dohromady činia 1093 € (27 tis. Kč) a dohodnutý druh tarify pre odber plynu je typu D3. Ten stanovený dodávateľom podľa množstva dodanej energie 17 936 - 68 575 kWh.

Tab. 2.4 Údaje z faktúr s označením príslušnej metódy výpočtu

Tarif	Počet dní	Obdobie:	Počiatočný stav [m <sup>3</sup> ]	Konečný stav [m <sup>3</sup> ]	Odber plynu [m <sup>3</sup> ]	Prepočítaný odber plynu [m <sup>3</sup> ]	Priemerné spalovacie objemové teplo [kWh.m <sup>3</sup> ]	Dodané množstvo energie v plyne [kWh]
D3	118	19.8.2016-14.12.2016	2409	3384	975	941,85	10,769	10142,78265
	17	15.12.2016-31.12.2016	3384	3680	296	285,936	10,731	3068,379216
	230	1.1.2017-18.8.2017	3680	5437	1757	1697,262	10,768	18276,11722
		Prepočítavací koeficient	(a)	(b)	(c=b-a)	(e=d*c)	(f)	(g=f*e)
		0,966						
		(d)						

Tab. 2.5 Celková ročná spotreba energie a jednotková cena

Dni celkom	celkový odber plynu [m <sup>3</sup> ]	Prepočítaný odber plynu [m <sup>3</sup> ]	priemerné ročné spalovacie objemové teplo [kWh.m <sup>3</sup> ]	Dodané množstvo energie v plyne za rok	
365	3028	2925,048	10,756	31461,81629	[kWh/rok]
				31,46181629	[MWh/rok]
Celková suma spotrebovanej energie		Vypočítaná jednotková cena energie			
	1093,89	€	0,034768813	[€/kWh]	
	27347,25	Kč	0,869220319	[Kč/kWh]	

Spotreba plynu pre samostatné vykurovanie nie je známa, ani ju nemožno presne vypočítať. Na stránke dodávateľa plynu je však pomerne presná aplikácia [44] na výpočet spotreby plynu pre každé použitie samostatne. Po zadaní potrebných údajov aplikácia vypočítala celkovú ročnú spotrebu dodanej energie v plyne 31,668 MWh. Odchylka voči reálnej spotrebe je pomerne malá a údaje môžu byť použité pre orientačné stanovenie spotreby jednotlivých aplikácií.

Približná ročná spotreba zemného plynu na vykurovanie je 2460 m<sup>3</sup>/rok.

Na ohrev TUV 567 m<sup>3</sup>/rok a na varenie 80 m<sup>3</sup>/rok.

Tepelné straty objektu boli aplikáciou vypočítané na 9,6 kW.

Podľa [43] sa približné tepelné straty vypočítajú aj podľa ročnej spotreby plynu na vykurovanie:

$$Q = \frac{\text{spotreba plynu} \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{rok}} \right]}{250 \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{rok}} \cdot \text{kW} \right]} = \frac{2460}{250} = 9,88 [\text{kW}] \quad (2.1)$$

Podľa internetovej aplikácie dodávateľa energie [44], ako aj podľa výpočtu v [43] bola určená tepelná strata objektu na približne 10 kW.

Podrobný výpočet tepelnej straty objektu je uvedený v nasledujúcej kapitole.

### 3 Výpočet tepelných strát.

Základnou veličinou súvisiacou s únikom tepla z domu je tepelná strata. Tepelná strata je potrebný tepelný výkon v jednotke [kW], ktorý zabezpečuje hospodárne vykurovanie miestností resp. budov tak, aby bola v konkrétnych klimatických podmienkach pri daných tepelnotechnických vlastnostiach budovy a adekvátnom spôsobe vykurovania dosiahnutá požadovaná vnútorná teplota vzduchu. Táto vnútorná teplota vzduchu musí zabezpečovať tepelnú pohodu stanovenú na 20 [°C] až 22 [°C]. Tepelná strata vyjadruje množstvo tepla, ktoré prejde danou obvodovou konštrukciou domu pri teplotnom rozdieli medzi vonkajším a vnútorným prostredím za jednotku času. Z fyzikálneho hľadiska ide o stratový výkon. K prešupu tepla dochádza na styku dvoch prostredí s rôznou teplotou. V našom prípade na vonkajšej konštrukcii domu ktorá je tvorená stenami, oknami, strechou a podlahou.

Budovy určené či už pre pobyt ľudí, alebo komerčné účely sú stavané so zámerom spĺňať určité tepelno- technické požiadavky:

- vytvoriť tepelný stav prostredia s účelom navodenia tepelnej pohody
- zamedziť možnosť kondenzácie na vonkajšej alebo vnútornej stene
- minimalizovať tepelnú stratu a tým znížiť energetickú náročnosť budovy

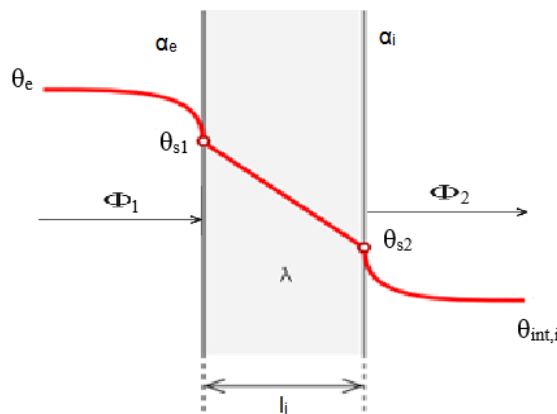
#### 3.1 Postup výpočtu tepelnej straty budovy

Pri orientačnom výbere zdroja tepla, cenovej kalkulácii projektu môže dostačovať aj jednoduchší výpočet tepelných strát, ako napríklad obálková metóda. Na projektovanie novej vykurovacej sústavy je však potrebné uvažovať podrobnejší výpočet pre jednotlivé miestnosti samostante a poznať tepelnú bilanciu objektu a teda potrebu tepla.

Tepelná strata objektu je určená v zmysle s európskej normy *STN EN 12831* – metóda výpočtu projektovaného tepelného príkonu.

##### 3.1.1 Súčiniteľ prechodu tepla konštrukciou

Tepelná strata je dej prebiehajúci na princípe prechodu tepla cez zloženú rovinnú stenu, znázornený na *Obr. 3.1*. Skladá sa z prenosu tepla vedením cez samotnú konštrukciu steny, a prúdením vzduchu na povrchu vonkajšej a vnútornej steny.



Obr. 3.1 Priebeh teploty prechodom konštrukcie [53]

kde:

$\theta_{int,i}$ – teplota interiéru	[°C]
$\theta_e$ – teplota exteriéru	[°C]
$\theta_{s1}$ – teplota povrchu steny na vonkajšej strane	[°C]
$\theta_{s2}$ – teplota povrchu steny na vnútornej strane	[°C]
$\alpha_e$ – koeficient prestupu tepla na vonkajšej strane	[W/m <sup>2</sup> .K]
$\alpha_i$ – koeficient prestupu tepla na vnútornej strane	[W/m <sup>2</sup> .K]
$\lambda_i$ – koeficient tepelnej vodivosti daného materiálu	[W/m.K]
$l_i$ – hrúbka daného materiálu	[m]
$\Phi_1$ – tepelný tok vstupujúci do konštrukcie	[W]
$\Phi_2$ – tepelný tok vystupujúci z konštrukcie	[W]

Na výpočet celkovej tepelnej straty medzi dvoma prostrediami potrebujeme poznať súčiniteľ prechodu tepla  $U$  stavebnej konštrukcie s určitým tepelným odporom. Ten obsahuje tepelno-technické parametre konštrukcií a vypočíta sa podľa rovnice (3.1). [54]

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_e} + \sum_{i=1}^n \frac{l_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_i}} [W / m^2 \cdot K] \quad (3.1)$$

kde:

$U$ - koeficient prestupu tepla konštrukciou	[W/m <sup>2</sup> .K]
--	-----------------------

### 3.1.2 Celková projektovaná tepelná strata vykurovaného priestoru

Aby bolo možné nadimenzovať výkon vykurovacej sústavy, je nutné určiť celkový projektovaný tepelný príkon pre celú budovu. Ten získame sčítaním čiastkových tepelných strát ako ukazuje rovnica (3.2)

$$\Phi_{HLi} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH} [W] \quad (3.2)$$

kde:

$\Phi_{HLi}$ - projektovaný tepelný príkon pre celú budovu	[W]
$\Phi_{V,i}$ - tepelné strety vetraním všetkých vykurovaných priestorov	[W]
$\Phi_{T,i}$ - súčet tepelných strát prechodom tepla všetkých vykurovaných priestorov	[W]
$\Phi_{RH}$ - súčet tepelných príkonov na zakúrenie všetkých vykurovaných priestorov	[W]

### 3.1.3 Projektovaná tepelná strata prechodom tepla

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) [W] \quad (3.3)$$

kde:

$H_{T,ie}$  – je merná tepelná strata prechodom z vykurovaného priestoru(i) do exteriéru (e) cez obalové konštrukcie [W/K]

$H_{T,iue}$  – merná tepelná strata prechodom z vykurovaného priestoru(i) do exteriéru (e) cez nevykurovaný priestor [W/K]

$H_{T,ig}$  – merná tepelná strata prechodom cez zeminu z vykurovaného priestoru(i) do zeminy (g) za ustáleného stavu [W/K]

$H_{T,ij}$  – merná tepelná strata prechodom z vykurovaného priestoru(i) do susediaceho vykurovaného priestoru (j) , ktorý je vykurovaný na výrazne inú teplotu , susediaci vykurovaný priestor môže byť v rovnakej časti budovy alebo vykurovaný priestor v susediacej časti budovy [W/K]

$\theta_{int,i}$  – vnútorná výpočtová teplota vykurovaného priestoru [°C]

$\theta_e$  – vonkajšia výpočtová teplota [°C]

### 3.1.4 Tepelná strata priamo do exteriéru

Súčiniteľ tepelnej straty  $H_{T,ie}$  zahŕňa všetky časti stavebných konštrukcií oddeľujúcich vykurovaný priestor od vonkajšieho prostredia (podlaha, strop, dvere, okná, steny, strechy) a výpočet sa riadi rovnicou (3.4).

$$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum_l \psi_l \cdot l_l \cdot e_l [W / K] \quad (3.4)$$

kde:

$A_k$  – je plocha stavebnej konštrukcie [m<sup>2</sup>]

$U_k$  – súčiniteľ prechodu tepla stavebnej konštrukcie [W/m<sup>2</sup> .K]

$e_k$  ,  $e_l$  – korekčný faktor pre expozíciu zohľadňujúci klimatické vplyvy ktoré sa nebrali

do úvahy pri určení hodnôt súčiniteľov prechodu tepla, ako je rozličná úroveň tepelnej ochrany budovy, absorpcia vlhkosti v stavebných konštrukciách, rýchlosť vetra [-]

$l_l$  – dĺžka lineárneho tepelného mosta medzi interiérom a exteriérom [m]

$\psi_l$  – lineárny stratový súčiniteľ lineárneho tepelného mosta [W/m]

ten určí sa jedným z nasledujúcich spôsobov:

- podľa tabuľky v *EN ISO 14683*
- výpočtom podľa *EN ISO 10211-2*

### 3.1.5 Tepelná strata cez nevykurovaný priestor

Ak sa medzi vykurovaným a vonkajším priestorom nachádza nevykurovaný priestor, výpočet sa riadi rovnicou (3.5).

$$H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u + \sum_l \psi_l \cdot l_l \cdot b_l [W / K] \quad (3.5)$$

kde:

$b_u$  – teplotný redukčný faktor zohľadňujúci rozdiel medzi teplotou nevykurovaného priestoru  $\theta_u$  a vonkajšou výpočtovou teplotou  $\theta_e$ , určí sa jedným z nasledujúcich spôsobov:

- ak teplota nevykurovaného priestoru  $\theta_u$  pri návrhových podmienkach je určená:

$$b_u = \frac{\theta_{int,j} - \theta_u}{\theta_{int,j} - \theta_e} [-] \quad (3.6)$$

- ak teplota nevykurovaného priestoru  $\theta_u$  nie je určená:

$$b_u = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} [-] \quad (3.7)$$

kde:

$H_{iu}$  - merná tepelná strata z vykurovaného priestoru do nevykurovaného priestoru zohľadňujúca tepelné straty prechodom a tepelné straty vetraním [W/K]

$H_{ue}$  - merná tepelná strata z nevykurovaného priestoru do exteriéru, zohľadňujúca tepelné straty prechodom a tepelné straty vetraním [W/K]

### 3.1.6 Tepelná strata cez zeminu

Tepelná strata cez zeminu sa týka podláh a stien s priamym alebo nepriamym stykom s podlahou a závisí na viacerých faktoroch napr. plocha a obvod dosky, hĺbka poschodia pod úrovňou terénu, tepelné vlastnosti zeminy a iné. Hodnota straty z vykurovaného priestoru do zeminy sa riadi rovnicou (3.8).

$$H_{T,ig} = f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot \left( \sum_k A_k \cdot U_{equiv,k} \right) \cdot G_w [W / K] \quad (3.8)$$

$$f_{g2} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{m,e}}{\theta_{int,i} - \theta_e} [-] \quad (3.9)$$

kde:

$f_{g1}$  - je korekčný faktor zohľadňujúci vplyv ročného kolísania vonkajšej teploty [-]

$f_{g2}$  - teplotný redukčný faktor zohľadňujúci rozdiel medzi priemernou ročnou vonkajšou teplotou  $\theta_{m,e}$  a vonkajšou výpočtovou teplotou  $\theta_e$  [-]

$G_w$  - korekčný faktor zohľadňujúci vplyv podzemnej vody, hodnota v STN [-]

$U_{equiv,k}$  - ekvivalentný súčiniteľ prechodu tepla stavebnej konštrukcie [W/m<sup>2</sup> .K]

- sa určuje z grafov alebo z tabuliek z STN. Závisí od hĺbky konštrukcie v zemi a od charakteristického rozmeru B:

$$B' = \frac{A_g}{0,5 \cdot P} [m] \quad (3.10)$$

kde:

$A_g$  - je plocha uvažovanej podlahy [m<sup>2</sup>]

$P$  - obvod uvažovanej podlahy, zahŕňa iba dĺžku vonkajších stien oddeľujúcich  
uvažovaný vykurovaný priestor od vonkajšieho priestoru [m]

### 3.1.7 Tepelné straty do alebo z priestorov vykurovaných na rozličné teploty

Zohľadňujú prechod tepla medzi dvoma susednými priestormi vykurovanými na odlišné teploty. Vypočítajú sa podľa rovnice (3.11)

$$H_{T,ij} = \sum_k f_{ij} \cdot A_k \cdot U_k [W / K] \quad (3.11)$$

kde:

$A_k$  - je plocha stavebnej konštrukcie [m<sup>2</sup>]

$U_k$  - súčiniteľ prechodu tepla stavebnej konštrukcie [W/m<sup>2</sup> .K]

$f_{ij}$  - je teplotný redukčný faktor zohľadňujúci rozdiel medzi teplotou susediaceho priestoru  $\theta_{sp}$  a vonkajšou výpočtovou teplotou  $\theta_e$  [-]

$$f_{ij} = \frac{\theta_{int,j} - \theta_{susediaci\_priestor}}{\theta_{int,j} - \theta_e} [-] \quad (3.12)$$

### 3.1.8 Projektovaná tepelná stráta vetraním

Vo vykurovaných objektoch dochádza k výmene vnútorného ohriateho vzduchu za vonkajší studený vzduch. Na základe objemu priestorov dokážeme stanoviť množstvo vzduchu a na základe teplôt vonkajšieho a vnútorného vzduchu stanovíme tepelnú stratu vetraním vypočítanú podľa rovnice (3.13)

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) [W] \quad (3.13)$$

kde:

$\theta_{int,i}$  - vnútorná výpočtová teplota vykurovaného priestoru [°C]

$\theta_e$  - vonkajšia výpočtová teplota [°C]

$H_{V,i}$  - je merná tepelná strata vetraním [W/K]

Súčiniteľ návrhovej tepelnej straty vetraním  $H_{V,i}$  [W/K] je stanovený podľa rovnice (3.14). Závisí na objemovom toku privádzaného vzduchu a jeho fyzikálnych vlastnostiach. Určenie objemového toku vzduchu vykurovaného priestoru  $V_i$  [m<sup>3</sup>/s] závisí primárne na spôsobe vetrania miestostí (prirodzená cirkulácia vzduchu alebo nútená), na utesnení konštrukcie a na type miestnosti (kúpeľňa, chodba...) od ktorého závisí hygienické minimum výmeny vzduchu.

$$H_{V,i} = V_i \cdot \rho \cdot c_p [W / K] \quad (3.14)$$

kde:

$H_{V,i}$ - je merná tepelná strata vetraním	[W/K]
$V_i$ - objemový tok vzduchu vykurovaného priestoru	[m <sup>3</sup> /s]
$\rho$ - hustota vzduchu pri teplote $\theta_{int,i}$	[kg/m <sup>3</sup> ]
$c_p$ - merná tepelná kapacita vzduchu pri $\theta_{int,i}$	[kJ/(kg.K)]

Premenné  $\rho$  a  $c_p$  sú konštanty, preto merná tepelná strata vetraním  $H_{V,i}$ :

$$H_{V,i} = 0,34 \cdot V_i [W / K] \quad (3.15)$$

Určenie objemového toku vzduchu  $V_i$  závisí od spôsobu vetrania:

- nútené vetranie
- prirodzené vetranie -> Objemový tok vzduchu  $V_i$  sa stanoví:

$$V_i = \max \cdot (V_{inf,i}, V_{min,i}) [m^3 / h] \quad (3.16)$$

kde:

$V_{inf,i}$ - je objemový tok vzduchu infiltráciou vznikajúci v dôsledku prúdenia vzduchu cez škáry a styky obalových konštrukcií	[m <sup>3</sup> /h]
$V_{min,i}$ - minimálny objemový tok vzduchu potrebný z hygienických dôvodov	[m <sup>3</sup> /h]
Objemový tok vzduchu- infiltrácia cez obalové konštrukcie $V_{inf,i}$	

$$V_{inf,i} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i [m^3 / h] \quad (3.17)$$

kde:

$V_i$ - je objem vykurovaného priestoru určený na základe vnútorných rozmerov	[m <sup>3</sup> ]
$n_{50}$ - intenzita výmeny vzduchu pri rozdiel tlakov 50 [Pa] medzi interiérom a exteriérom budovy vrátane vplyvu otvorov, hodnota z STN	[l/h]
$e_i$ - súčiniteľ ochrany budovy proti vetru, hodnota z STN	[-]
$\varepsilon_i$ - výškový korekčný faktor zohľadňujúci rast rýchlosti vetra s vertikálnou vzdialenosťou uvažovaného priestoru od úrovne terénu	[-]

Hygienický minimálny objemový tok vzduchu  $V_{min,i}$ :

$$V_{min,i} = n_{min} \cdot V_i [m^3 / h] \quad (3.18)$$

kde:

$n_{min}$ - je minimálna intenzita výmeny vonkajšieho vzduchu, hodnota z STN	[l/h]
$V_i$ - je objem vykurovaného priestoru určený na základe vnútorných rozmerov	[m <sup>3</sup> ]

### 3.1.9 Tepelný zakurovací výkon

V elektrotepelnej technike sa často uvažuje s prerušovaným vykurovaním, a to hlavne z ekonomického hľadiska. Do návrhového tepelného výkonu sa zahrňuje aj zakurovací výkon, ktorý zohľadňuje zvýšenie výkonu potrebného na dosiahnutie vnútornej návrhovej teploty po dobe útlmu. Používa sa pri akumuláčnych vykurovacích systémov využívajúcich nízku tarifu pri nočnom prúde. Určité vykurovacie systémy niesu z technického hľadiska určené pre prerušované vykurovanie a v týchto prípadoch sa nezohľadňuje tepelný zakurovací výkon. Veľkosť zakurovacieho výkonu je určená hlavne akumuláčnými schopnosťami stavby, dobou útlmu a zakurovania a teplotnom spáde počas útlmu. Metóda pre stanovenie zakurovacieho výkonu vychádza zo vzťahu (3.19).

$$\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH} [W] \quad (3.19)$$

kde:

$A_i$  - podlahová plocha vykurovaného priestoru [m<sup>2</sup>]

$f_{RH}$  - korekčný súčiniteľ, ktorý závisí na dobe útlmu a poklese teploty [W/m<sup>2</sup>].

### 3.2 Vstupné hodnoty pre výpočet tepelných strát

Predmetom projektu je starý rodinný dom tvorený pôvodnou časťou a prístavbou. Má dve nadzemné podlažia a jedno podzemné. V podzemnom podlaží sa nachádza menšia pivnica, dom je teda čiastočne podpivničený. I.NP. je tvorené predsieňou, kúpeľňou, kuchyňou, obývačkou, izbou č.1, sklados na potraviny a pristavaným samostatným WC. Vykurované miestnosti sú obývačka, kuchyňa, kúpeľňa a izba č.1. Zastavaná plocha je 100 [m<sup>2</sup>] z toho úžitková plocha je 73,3 [m<sup>2</sup>]. II.NP tvorí podkrovie, technická miestnosť ktorá sa využíva v súčasnosti ako sklad, a izba č.2, ktorá je jediná vykurovaná miestnosť v II.NP. Zásobník na ohrev TUV s objemom 120 [l] sa nachádza v kúpeľni.

Podľa lokality zadaného objektu boli stanovené vstupné hodnoty ktoré boli zoradené do *Tab. 3.1*.

*Tab. 3.1 Klimatické podmienky v zmysle STN EN 12831*

P.č.	Klimatické údaje	Hodnota	Fyzikálna jednotka
1	Výpočtová vonkajšia teplota $\theta_e$	-14	[°C]
2	Výpočtová vnútorná teplota $\theta_i$	20	[°C]
3	Intenzita výmeny vzduchu $n$	4	[1/h]
4	Nadmorská výška	340	[m.n.m.] (BPV)
5	Teplotná oblasť	2	[-]
6	Veterná oblasť	2	[-]
7	Počet vykurovacích dní	242	deň
8	Priemerná ročná vonkajšia teplota $\theta_{me}$	8	[°C]
9	Priemerná vonkajšia teplota počas vykurovacieho obdobia $\theta_{e,pr,roč}$	3,6	[°C]



### 3.3 Software TechCON

Na výpočet tepelnej straty zadaného objektu bude použitý software *TechCON*. Je to moderný grafický výpočtový software určený pre návrh a výpočet projektov vykurovania. Pracuje v 3-rozmernom prostredí a je tvorený z viacerých navzájom prepojených modulov: *tepelné straty, vykurovanie a zdravotníctvo*. V module tepelné straty budú vypočítané aktuálne tepelné straty zadaného rodinného domu a v module vykurovanie bude navrhovaný nový spôsob vykurovania. V tomto programe je možné spracovanie projektovej dokumentácie, dimenzovanie vykurovacích sústav, hydraulické vyregulovanie sústav, výpočet podlahového vykurovania a špecifikácia prvkov spolu s celkovou cenovou kalkuláciou. Program pracuje podľa európskej normy STN EN 12831.

Aby bolo možné porovnávať tepelné straty za definovaných podmienok, boli zvolené takzvané výpočtové teploty vzduchu. Pre obytné miestnosti sa používa teplota interiéru  $\theta_i = 20\text{ [}^\circ\text{C]} - 22\text{ [}^\circ\text{C]}$  a vonkajšia výpočtová teplota sa rozlišuje podľa lokality. Z tabuľky bolo zvolené najbližšie okresné mesto k zvolenému objektu a to Prievlaza. Tejto lokalite zodpovedá výpočtová teplota  $\theta_e = -14\text{ [}^\circ\text{C]}$ . Následne sa zvolí charakteristické číslo budovy, ktoré závisí na intenzite vetra a na výške objektu voči ostatným objektom nachádzajúcich sa v okolí. Objekt môže byť chránený, nechránený alebo v zástavbe ostatných objektov. Jedná sa o budovy v krajine so skupinami stromov alebo zastavaných územiach takže bol zvolený súčiniteľ ochrany proti vetru  $e = 2$  [-]. Program si sám doplnil priemernú vonkajšiu teplotu vo vykurovacom období, pre zvolenú lokalitu je to  $\theta_{me} = 3,6\text{ [}^\circ\text{C]}$ . Ďalej sa navolí skladba budovy, jedná sa o rodinný dom s jednou bytovou jednotkou a stupeň tesnosti obvodového plášťa budovy. Tento stupeň tesnosti je reprezentovaný kvalitou tesnení okien, bola zvolená stredná hodnota čo zodpovedá oknám s dvojsklami s normálnym utesnením. Počet výmen vzduchu pri rozdieli tlakov 50 [Pa] medzi interiérom a exteriérom budovy bol zvolený 4.

Z pôdorysu budovy zobrazenom ako *Príloha A* som určil rozmery stien a podľa zmeraných výšok miestností som dopočítal hrúbku podlahy a stropu. Skladby stien a podláh som zistil od majiteľa keďže k objektu nie je projektová dokumentácia. V dialógovom okne “*Budova*” sa do jednotlivých záložiek vložila údaje o zložení stien, podláh, stropov, okien, dverí a strešných rovín. V každej záložke sa vyskladajú jednotlivé konštrukcie, ktoré majú preddefinovaný súčiniteľ prestupu tepla od výrobcu. U okien a dverí som zvolil veľkosti, tvar, súčiniteľ prestupu tepla aby zodpovedali parametrom zistených z faktúr od výmeny okien. Zloženia stien a súčinitele prestupu tepla sú zobrazené v *Tab. 2.1* a pre okná v *Tab. 2.2*.

Po vložení pôdorysu do pracovnej plochy v sa vytvorí každá miestnosť zvlášť. Každá miestnosť je definovaná číslom a účelom. Podľa účelu miestnosti sa doplnia preddefinované parametre ako napríklad požadovaná vnútorná teplota  $\theta_{int}$ , výšková kóta úrovne terénu  $z'$ , určí sa ktorá miestnosť je vykurovaná a minimálna intenzita výmeny vzduchu  $n^{min}$ . V tomto prípade je výmena vzduchu v miestnosti prirodzená a zadáva sa preto  $n^{min} = 0,5$  [1/h]. Ďalej sa zvolí nútené vetranie ak sa v miestnosti nachádza, v našom prípade nie. Posledné sa určia rozmery, teda konštrukčná výška, čo je výška od podlahy až po vrch stropnej izolácie, svetlá výška, čo je výška od podlahy po strop, šírka a dĺžka miestnosti.

Po vytvorení miestností a skladieb konštrukcií v pracovnom okne nasleduje zadanie jednotlivých stien do pôdorysu, vloženie okien a dverí do obvodových stien a vykreslenie stropov a podláh. Následne sa určí diera pre schodisko a ten istý postup je použitý pre vytvorenie II.NP. Pri tvorbe modelu II.NP. sa vytvárajú aj jednotlivé roviny strechy, v tomto prípade sa jednalo o zložené roviny strechy pretože izba č.2 je vyklenutá a prístavba má 2 samostatné strešné roviny.

Pri každej miestnosti sa v záložke „steny“ určia pomocou funkcie „existujúca konštrukcia“ všetky susediace steny s ostatnými miestnosťami. Je to preto aby si program vedel dopočítať teplotu za stranou steny alebo stropu jednotlivo. Takto zadané miestnosti vytvoria 3D návrh celého objektu. Pre názornosť boli priložené samostatné podlažia 3D návrhu objektu, zobrazené ako *Príloha C* a *Príloha D*.

Nakoniec sa spustí výpočet tepelných strát, podľa ktorých sa vypočíta potrebný výkon pre vykurovanie za rok. Vypočítané tepelné straty pre jednotlivé miestnosti sú zobrazené v *Tab. 3.2*

*Tab. 3.2 Vypočítané tepelné straty jednotlivých miestností*

Číslo miestnosti	Účel	A [m <sup>2</sup> ]	V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> ]	θ <sub>int,i</sub> [°C]	Φ <sub>v,i</sub> [W]	Φ <sub>T,i</sub> [W]	Φ <sub>HL,i</sub> [W]	Φ <sub>HL,i</sub> [W/m <sup>2</sup> ]	Φ <sub>HL,i</sub> [W/m <sup>3</sup> ]
-1.01	Pivnica	7,3	14,6	1,7	39	-39	0	0	0
1.01	Obývačka	23,4	65,7	20	391	3027	<b>4489</b>	191	68
1.02	Izba	12,3	34,5	20	205	1211	<b>1967</b>	160	57
1.03	Sklad potravín	5,3	14,8	0,7	38	-37	1	0	0
1.04	Chodba	7,7	21,6	10,5	92	-92	0	0	0
1.05	WC	1,3	2,7	-2,2	6	-6	0	0	0
1.06	Kúpeľňa	3,5	7,3	24	49	618	<b>707</b>	203	97
1.07	Kuchyňa	15,4	32,3	20	194	1222	<b>1557</b>	101	48
1.08	Predsieň	4,0	8,4	7,6	35	-35	1	0	0
2.01	Izba č.2	14,5	31,9	20	168	799	<b>1243</b>	86	39
2.02	Podkrovie	34,5	76,0	5,7	387	-387	0	0	0
2.03	Technická miestnosť	11,4	25,3	3,9	81	-80	1	0	0

Celková tepelná strata budovy vypočítaná programom:

$$\Phi_{HL,i} = 9967 \text{ [W]} \quad (3.20)$$

Ročná spotreba energie na vykurovanie vypočítaná programom:

$$\Phi_{vyk,r} = 19,544 \text{ [MWh/rok]} = 70,36 \text{ [GJ/rok]} \quad (3.21)$$

#### Prepočet tepelnej straty pre návrh nového vykurovacieho systému:

Pri výpočte tepelnej straty budovy v (*Tab. 3.1*) a (*Tab. 3.2*) bolo uvažované s aktuálnym usporiadaním vykurovaných miestností, kde miestnosť so samostatným WC nieje vykurovaná. Program určil teplotu interiéru v tejto miestnosti  $t_{int,i} = -2,2$  °C pri vonkajšej výpočtovej teplote  $t_e = -14$  °C. V návrhu nového spôsobu vykurovania je aj táto miestnosť vykurovaná. Týmto sa mierne zvýšila aj tepelná strata budovy.

*Tab. 3.3 Prepočet tepelnej straty budovy pre návrh nového systému vykurovania*

Miestnosti	plocha [m <sup>2</sup> ]	objem [m <sup>3</sup> ]	Tepelná strata [W/m <sup>2</sup> ]	Tepelná strata [W/m <sup>3</sup> ]	Celková tepelná strata [W]
1.01 - Obývačka	23,4	65,7	185	66	4336
1.02 - Izba	12,3	34,5	160	57	1968
1.05 - WC	1,3	2,7	252	120	318
1.07 - Kúpeľňa	3,5	7,3	197	94	688
1.08 - Kuchyňa	15,4	32,3	100	48	1538
2.01 - Izba	14,5	31,9	84	38	1223
Celková tepelná strata					<b>10071</b>

Pri návrhu nového vykurovacieho systému je počítané s tepelnou stratou budovy:

$$\Phi_{HL,i} = 10071 \text{ [W]}$$

### 3.4 Denostupňová metóda

Dlho zaužívanou metódou výpočtu slúžiacou pre návrh, vyhodnotenie a porovnávanie zdrojov a spotrebičov tepla je tzv. denostupňová metóda. Základom metódy je znalosť priebehov vonkajších teplôt z meteorologických dát. Nejedná sa ale o reálne množstvo tepla spotrebovaného počas vykurovacej sezóny, pretože nezahŕňa premenlivé tepelné zisky a iné zložky ovplyvňujúce spotrebu tepla. Výstupný údaj je teda ročná potreba tepla, dostatočne pokrývajúca požiadavky spotrebiteľa v najhorších možných podmienkach pre vykurovacie obdobie.

#### Príklad postupu výpočtu podľa denostupňovej metódy:

Najskôr sa musí vypočítať tzv. denostupeň  $D$ , určený rovnicou (3.22), pomocou počtu vykurovacích dní, rozdielu priemernej vonkajšej  $t_{es}$  [°C] a vnútornej  $t_{is}$  [°C] teploty počas vykurovacieho obdobia  $d$ .

$$D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) = 242 \cdot (20 - 3,6) = 3969 [D \cdot K] \quad (3.22)$$

kde:  $d$  - počet dní vykurovacej sezóny [-]  
 $t_{es}$  - priemerná vonkajšia teplota počas vykurovacej sezóny [°C]  
 $t_{is}$  - priemerná vnútorná teplota objektu [°C]

Následne sa vypočíta ročná spotreba energie na vykurovanie podľa (3.23)

$$\Phi_{vyk,r} = \frac{\varepsilon \cdot \Phi_{HL,i} \cdot D}{(t_{is} - t_e)} \cdot 3,6 \cdot 10^{-6} \cdot 24 = \left[ \frac{MWh}{rok} \right] \quad (3.23)$$

kde:  $\varepsilon$  - opravný súčiniteľ korigujúci celoročné pôsobenie infiltrácie (prevetrávania)  
 - volí sa v rozmedzí 0,7 – 0,85 [-]  
 $\Phi_{HL,i}$  - celková tepelná strata objektu [W]  
 $\Phi_{vyk,r}$  - celková spotreba tepla [GJ/rok] / [MWh/rok]

$$\Phi_{vyk,r} = \frac{0,7 \cdot 9967 \cdot 3969}{(20 + 14)} \cdot 3,6 \cdot 10^{-6} \cdot 24 = 70,36 \left[ \frac{GJ}{rok} \right] = 19,54 \left[ \frac{MWh}{rok} \right] \quad (3.24)$$

Výsledok (3.24) súhlasí s hodnotou vypočítanou programom v (3.21).

#### Nedostatky denostupňovej metódy: [56]

- počíta s neprerušovaným odberom tepla počas vykurovacej sezóny a nezohľadňuje premenlivosť odberu tepla
- nezohľadňuje zmenu teplotného rozdielu medzi vnútorným a vonkajším prostredím, ktorý je rozhodujúci pre spotrebu tepla budovy
- nezohľadňuje orientáciu voči svetovým stranám
- nezohľadňuje premenlivosť tepelných strát vetraním
- neberie do úvahy tepelný zisk (stratu) z oslnenia, stupačiek, vnútorných zdrojov tepla

Na základe týchto nedostatkov je výsledok ročnej potreby tepla na vykurovanie považovaný za orientačný.

Ročná potreba tepla na ohrev TUV sa určí podľa vzťahu (3.25).

$$\Phi_{tuv,r} = \Phi_{tuv,d} \cdot d + 0,8 \cdot \Phi_{tuv,d} \cdot \frac{t_2 - t_{svl}}{t_2 - t_{svz}} \cdot (N - d) \left[ \frac{Wh}{rok} \right] \quad (3.25)$$

kde:  $\Phi_{tuv,r}$  - ročná potreba tepla pre TUV [ kWh/rok ]  
 $\Phi_{tuv,d}$  - denná potreba tepla pre TUV [ kWh/deň ]  
 $d$  - počet vykurovacích dní [deň]  
 $t_2$  - teplota ohriatej vody [ °C ]  $t_2 = +55$

$t_{svl}$ – teplota studenej vody v lete	$t_{svl} = +15$	[ °C ]
$t_{svz}$ – teplota studenej vody v zime	$t_{svz} = +7$	[ °C ]
$N$ – počet dní potreby TUV	$N = 350$	[ deň ]

Denná potreba tepla pre ohrev TUV závisí od dennej spotreby vody na osobu a od teploty studenej a ohriatej vody. Hodnotu určíme podľa vzťahu (3.26)

$$\Phi_{tuv,d} = (1 + z) \cdot \frac{\rho \cdot c \cdot V \cdot (t_2 - t_1)}{3600} = [kWh] \quad (3.26)$$

kde:

$t_1$ – teplota studenej vody	[ °C ]
$z$ – koeficient teplotných strát pri ohreve a distribúcii TUV (0,5 – 1)	[ - ]
$z = 0,5$ (pre rozvod v nových stavbách)	[ - ]
$\rho$ – hustota vody	$\rho = 1000$ [ kg/m <sup>3</sup> ]
$c$ – merná tepelná kapacita vody	$c = 4186$ [ J/kg.K ]
$V$ – celková potreba TUV na deň	$V = 0,3$ [ m <sup>3</sup> /deň ]

$$\Phi_{tuv,d} = (1 + 0,6) \cdot \frac{1000 \cdot 4186 \cdot 0,3 \cdot (55 - 10)}{3600} = 25,12 [kWh] \quad (3.27)$$

Potom:

$$\Phi_{tuv,r} = 25,12 \cdot 242 + 0,8 \cdot 25,12 \cdot \frac{55 - 15}{55 - 7} \cdot (350 - 242) = 8,1 \left[ \frac{MWh}{rok} \right] = 29 \left[ \frac{GJ}{rok} \right] \quad (3.28)$$

Celková potreba tepla je daná súčtom tepla potrebného na vykurovanie budovy a tepla potrebného na ohrev TUV.

$$\Phi_c = \Phi_{vyk,r} + \Phi_{tuv,r} = 19,54 + 8,1 = 27,64 \left[ \frac{MWh}{rok} \right] = 99 \left[ \frac{GJ}{rok} \right] \quad (3.29)$$

Výsledky výpočtu boli porovnané s internetovou aplikáciou na výpočet potreby tepla. [57]

## 4 Voľba vhodného spôsobu vykurovania, ekonomické zhodnotenie

Pri voľbe nového vhodného spôsobu vykurovania pre zadaný rodinný dom sú predstavené celkovo 2 riešenia. V prvom prípade ide o teplovodný systém moderných doskových radiátorov. Ako zdroj tepla je použitý kondenzačný plynový kotol, z dôvodu použitia pôvodného paliva na vykurovanie. Nejedná sa o novostavbu a nedávno prebehla v dome rekonštrukcia podláh. Boli umiestnené nové keramické podlahy. Z tohto dôvodu nie je navrhované podlahové vykurovanie. Pri návrhu ústredného vykurovania s plynovým kotlom je kladený dôraz na minimalizácie búracích a montážnych prác, pre minimálne náklady na realizáciu a prevádzku.

Druhým spôsobom je návrh nízkotepelných doskových telies s teplotným spádom 55/40 [°C] s využitím NPT získaného zo vzduchu s použitím TČ vzduch-voda. V oboch navrhnutých spôsoboch je pre návrh a výpočet použitý software *TechCON*.

### 4.1 Návrh ústredného vykurovania

Návrh ústredného vykurovania je rozdelený na viacero častí. V prvej časti je voľba vhodných vykurovacích telies a ich správne nadimenzovanie pre pokrytie tepelných strát jednotlivých miestností. V druhej časti je voľba umiestnenia zvolených vykurovacích telies do projektu. Ďalším krokom je návrh teplovodného potrubia. Potom sa volí zdroj tepla podľa tepelných strát objektu. Nasleduje dimenzovanie navrhnutého potrubia a nastavenie regulačných prvkov sústavy pre minimalizáciu tlakových strát. Ako posledná je vypracovaná cenová ponuka s viacerými možnosťami výberu.

#### 4.1.1 Voľba vykurovacích telies

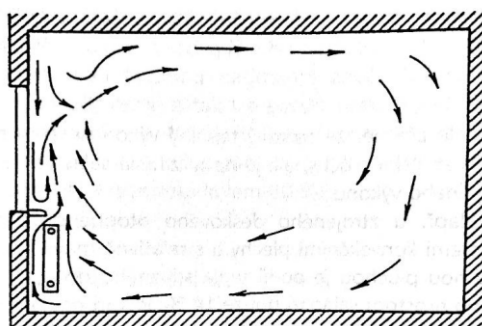
Vykurovacie teleso je povrchový tepelný výmenník, ktorý zabezpečuje prenos tepelnej energie do miestnosti pre navodenie tepelnej pohody tak, že svojim tepelným výkonom pokryje úniky tepla do exteriéru a susedných miestností. Prenos tepelnej energie prebieha konvekciou a radiáciou.

Vykurovacie telesá z liatiny bolo možné používať až do teploty vyhrievanej vody 110 [°C]. Využívanie NPT má za dôsledok nehospodárnosť prevádzky týchto liatinových vykurovacích telies pre ich veľkú tepelnú zotrvačnosť. Tieto liatinové telesá sú vytláčané novými modernými doskovými vykurovacími telesami a to hlavne pre svoje nevýhody ktorými sú vysoká merná hmotnosť a merný objem vody, čo má za dôsledok už spomenutú veľkú tepelnú zotrvačnosť. Doskové vykurovacie telesá postupne nahradili článkové radiátory a dnes tvoria najviac rozšírený typ vykurovacích telies. Doska vyhrievacieho telesa je zložená z dvoch prelisovaných plechov, ktoré tvoria kanáliky. Tieto plechy sú odporovo a bodovo zvárané po obvode a v miestach styku medzi kanálíkmi. Vývoj týchto vykurovacích telies bol zameraný tak, aby výkon na jednotku dĺžky doskového telesa bol porovnateľný s liatinovými článkovými telesami.

V tejto variante je navrhnutá nová teplovodná vykurovacia sústava. Rozvod teplej vody je pomocou dvojtrubkového potrubia, proti-prúdový s núteným obehom vody a uzavretou expanznou nádobou. Použité sú doskové telesá *KORAD* rady *VKL* od výrobcu *U.S. Steel Košice* s bočným napojením armatúr a teplotným spádom 85/50 °C. Na rozvodnú sieť potrubí sú napojené cez termostatický ventil na prívodnom potrubí a cez uzatvárateľné regulačné šróbenie na potrubí spätnom. Označenie *VKL* je skratka *Ventil Kompakt* a značí pripojenie armatúry na ľavej strane telesa. Všetky telesá sú osadené termostatickými hlaviciami obsahujú odvzdušňovacie ventily.

#### 4.1.2 Umiestnenie vykurovacích telies

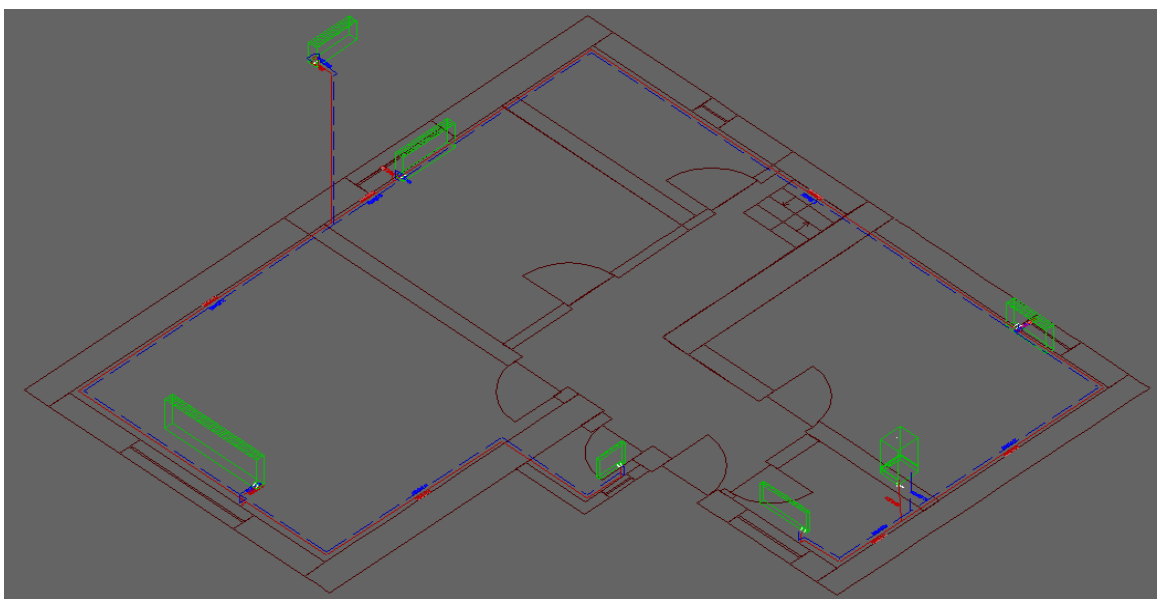
Pokrytie tepelných strát miestnosti a zabezpečenie bezproblémového fungovania vykurovacej sústavy priamo súvisí s umiestnením telesa v miestnosti. Umiestňuje sa čo najbližšie k ochladzovaným plochám a miestam s najväčšou tepelnou stratou, ideálne pod okno a v celej dĺžke okna. Minimalizuje sa tak radiačný vplyv studených plôch a dochádza k miešaniu klesajúceho studeného vzduchu so stúpajúcim teplým konvekčným prúdom. Zhoršené podmienky prúdenia vzduchu okolo telesa, prípadné zabránenie šírenia radiačnej zložky vedie k zníženému tepelnému výkonu telesa. Pri návrhu takýchto vykurovacích telies musia byť dodržiavané vzdialenosti od zadnej steny, podlahy, parapetu alebo zákrytu v miestnosti. Na Obr. 4.1. je vidno radiátor umiestnený v rohu miestnosti a prekážku zabráňujúcu šíreniu radiačnej zložky.



Obr. 4.1 Vektory prúdenia vzduchu vo vykurovanej miestnosti [50]

#### 4.1.3 Návrh potrubia

Navrhnuté sú potrubia z hladkých polyetylénových rúriek typu *RAUTHERM S*, uložené v ochrannej izolačnej rúrke od výrobcu *REHAU*. Potrubia budú spájané pájkovaním. Vedené sú popri stene so vzdialenosťou 5 cm od steny a po podlahe. Pre zavedenie potrubí do miestnosti so samostatným WC bude spravená diera v stene aby bolo možné sa vyhnúť vedeniu potrubí popri dverách obývačky a WC ako vidno na Obr. 4.2. Všetky potrubia v návrhu sú vybavené izoláciou, aby došlo k zníženiu tepelných strát.



Obr. 4.2 Návrh ústredného teplovodného vykurovania v programe TechCON

#### 4.1.4 Dimenzovanie a regulácia vykurovacej sústavy

Aby bola zabezpečená efektívna činnosť vykurovacej sústavy, telesá musia byť zapojené v správne nadimenzovanej a zregulovanej sústave. K telesám musí pritekať správne množstvo teplotnej látky aby mohli podávať projektovaný tepelný výkon podľa zadaného teplotného spádu.

Prúdením vody v potrubí dochádza k poklesu tlaku. Tento pokles tlaku je spôsobený trením vody o steny potrubia a stratami na lokálnych odporoch (ventily, tvarované potrubia, vstupy do vykurovacích telies). Tlakové straty sa počítajú pre každý úsek potrubia samostatne. Sústava je projektovaná ako sústava s núteným obehom. To znamená, že dynamický tlak na prekonanie týchto strát dodáva nainštalované obehové čerpadlo. V tomto prípade je obehové čerpadlo súčasťou navrhnutého kotla. Veľkosť tlakovej straty trením sa vypočíta podľa rovnice (4.1) a je závislá najmä na dĺžke úseku potrubia. Tlakové straty miestnymi odpormi závisia na mnoho faktoroch a stanovujú sa experimentálne pre každý výrobok. Celkové tlakové straty získame podľa rovnice (4.2) ako súčet tlakových strát trením a tlakových strát miestnymi odpormi.

$$\Delta p_{z,t} = R \cdot l [Pa] \quad (4.1)$$

kde:

$\Delta p_{z,t}$ – tlaková stráta trením	[Pa]
$R$ – merná tlaková stráta trením	[Pa.m <sup>-1</sup> ]
$l$ – dĺžka úseku potrubia	[m]

$$\Delta p_c = \Delta p_{z,t} + z [Pa] \quad (4.2)$$

kde:

$\Delta p_c$ – celková tlaková stráta	[Pa]
$z$ – tlakové straty miestnymi odpormi	[Pa]

Príspevky miestnych odporov sa v bežnom úseku potrubia (koleno, odbočka, vykurovacie teleso) pohybujú rádovo desiatkach až v stovkách pascalov. Hodnoty tlakových strát regulovaných napríklad na termoregulačnom ventile sa pohybujú rádovo v tisíckach pascalov.

Správne hydraulické vyváženie vykurovacej sústavy je nutným krokom pre jej efektívne fungovanie. Snahou je dosiahnuť rovnakú tlakovú stratu na trase cez všetky vykurovacie telesá. Voda sa v potrubnej sieti snaží tiecť cestou najmenšieho odporu. Hydraulickou reguláciou sústavy zaistíme správny prietok vody k jednotlivým telesám. [55]

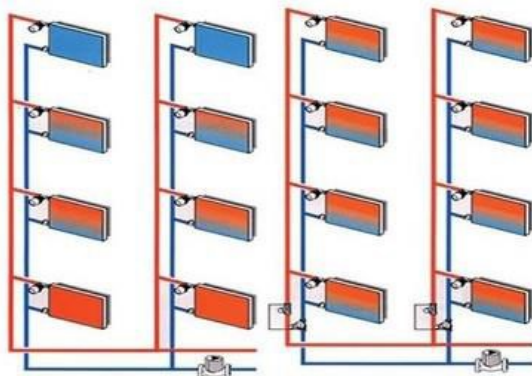
Najefektívnejším spôsobom regulácie vykurovacej sústavy je osadenie prednastavenými termostatickými regulačnými ventilmi s termostatickou hlavicou. Na vykurovacie teleso s najvyššou tlakovou stratou sa osadí plne otvorený ventil (stupeň 6), čím sa tlaková stráta zvýši o minimálnu hodnotu. Na zostávajúcich telesách sa podľa potrebného tlakového rozdielu zvolí správne prednastavenie ventilov. Termostatický regulačný ventil funguje ako priamy regulátor. Reguluje bez dodávky pomocnej energie a regulácia prebieha na základe rozdielu teploty nastavenej a teploty vzduchu v miestnosti. Termostatický regulačný ventil zohospodárňuje prevádzku vykurovacieho systému.

[55]

Zanedbanie správnej regulácie vykurovacej sústavy sa môže prejavíť rôznymi spôsobmi:

- nerovnomerné rozloženie teploty po dĺžke vykurovacieho telesa
- neklesajúci teplotný spád po výške vykurovacieho telesa
- rušivé akustické vnemy (pískanie, hučanie...)
- rozdielne teploty v miestnostiach pri rovnakom nastavení termostatických hlavíc [51]

Nerovnomerný rozvod teplotnej látky môže spôsobiť zvýšenie (zníženie) prietoku. To sa prejaví na prekurovaní (nedokurovaní) miestnosti (Obr. 4.3).



Obr. 4.3 Dôsledok zle zregulovanej vykurovacej sústavy [51]

Program *TechCON* vyhodnotil ako najhorší okruh v navrhnutej sústave okruh č. 1. Jedná sa o okruh so stúpacím potrubím do miestnosti *Izba č. 2* v druhom nadzemnom podlaží ako je vidno v Tab. 4.2. Je to spôsobené nutnosťou kvapaliny prekonať výškový rozdiel do druhého nadzemného podlažia. Tlakové straty pre každý okruh sú v Tab. 4.2. Kompletne výsledky z výpočtu tlakových strát navrhnutého vykurovacieho systému sú v práci označené ako *Príloha H*. V programe je možná voľba automatického dimenzovania priemeru potrubia. Navrhnuté potrubie je typu *RAUTHERM S* s rozmerom 20x2 mm s izolačným návlakom. Rúrky sú vyrobené z polyetylénu.

Tab. 4.1 Nadimenzovanie vykurovacích telies

Návrh vykurovacích telies										
č.	Miestnosť	ti [°C]	Tepelná strata [W]	Požad. výkon [W]	Vykurovacie teleso	Výkon telesá [W]	Celkový výkon [W]	Pokrytie telesom [%]	Celkové pokrytie [%]	Teplotný spád (t1/t2)
1	1.01 - Obývačka	20	4336	4336	KORAD 33 VKL (600/1800)	4049	4049	93	93	85/50
2	1.02 - Izba	20	1968	1968	KORAD 33 VKL (500/1000)	1953	1953	99	99	85/50
3	1.05 - WC	20	318	318	KORAD 11 VKL (400/500)	322	322	101	101	85/50
4	1.07 - Kúpeľňa	24	688	688	KORAD 21 VKL (400/900)	700	700	102	102	85/50
5	1.08 - Kuchyňa	20	1538	1538	KORAD 33 VKL (500/800)	1562	1562	102	102	85/50
6	2.01 - Izba	20	1223	1223	KORAD 33 VKL (400/800)	1309	1309	107	107	85/50

Tab. 4.2 Výpočítané tlakové straty v navrhnutom vykurovacom systéme

	Číslo okruhu	$\Delta t$ [K]	H [Pa]	H <sub>potr</sub> [Pa]	$\Delta P_c$ [Pa]	Vztlak [Pa]	$\Delta P_r VT$ [Pa]	$\Delta P_{vt}$ [Pa]	$\Delta P_{dif}$ [Pa]
2.01 - Izba - KORAD 33 VKL 4/08	1	35.00	16604	16604	10617	174	6161	6161	0
1.05 - WC - KORAD 11 VKL 4/05	2	13.94	16604	15190	11189	0	5414	5299	116
1.08 - Kuchyňa - KORAD 33 VKL 5/08	3	22.32	16604	9211	6491	0	10113	9981	132
1.02 - Izba - KORAD 33 VKL 5/10	4	13.65	16604	16378	16378	0	226	88	138
1.07 - Kúpeľňa - KORAD 21 VKL 4/09	5	17.65	16604	5277	1536	0	15068	15064	4
1.01 - Obývačka - KORAD 33 VKL 6/18	6	34.14	16604	14094	13521	0	3083	2906	177



#### 4.1.5 Návrh zdroja tepla

Palivo na vykurovanie systému v tomto navrhnutom riešení zostáva z ekonomických dôvodov zachované. Bol navrhnutý kondenzačný nástenný plynový kotol *Vitodens 100-W* (Obr. 4.4) s parametrami v Tab. 4.3. Obeh teplotnej látky zabezpečuje elektronicky riadené obehové čerpadlo v kotli. Reguláciu teploty vody zabezpečuje integrovaný elektronicky riadený horák.

Tab. 4.3 Parametre navrhnutého zdroja tepla (z programu)

Navrhnutý plynový kondenzačný kotol - Vitodens 100-W WB1C 19kW:				
Dispozičný tlak:	H=	16604	Pa	
Max. rýchlosť:	v=	0,8	m/s	Potrebný tlak = 16604 Pa
Max. tlaková strata:	R=	400	Pa/m	Celkový príkon = 11119 W
Teplota prívodu:	tp=	85	°C	Prietok = 436 kg/h
Teplota spiatočky:	ts=	63,11	°C	Objem vody v sústave = 61.1 l

Výhody a nevýhody jednotlivých typov kotla sú spracované v kapitole 1.3.3 tejto práce. Plynový kotol bude slúžiť aj pre ohrev TUV a bude umiestnený v kúpeľni z dôvodu použitia pôvodného komína pre minimalizáciu nákladov na búracie a montážne práce. Rozvinutý rez navrhnutého vykurovania je označený ako *Príloha K*.



Obr. 4.4 Navrhnutý kondenzačný plynový kotol [52]

#### 4.1.6 Náklady na realizáciu

V cenovej ponuke projektu centrálného vykurovania sú 3 možnosti výberu zdroja tepla.

Najlacnejšia je varianta s klasickým nástenným plynovým kotlom *Vitopend 100-W* s účinnosťou 84 % s cenou vrátane vykurovacích telies, armatúr a všetkého príslušenstva 2512 €.

Varianta s kondenzačným nástenným plynovým kotlom *Vitodens 100-W* (Obr. 4.4) s účinnosťou 98 % stojí vrátane vykurovacích telies, armatúr a všetkého príslušenstva cenou 3095 €.

V prípade voľby tejto varianty s expanznou nádržou s objemom 120 l je celková cena 3827 €.

Kompletná cenová ponuka je súčasťou práce a je označená ako *Príloha I*.

## 4.2 Návrh vykurovacej sústavy s TČ vzduch - voda

Nie je pravidlom že TČ sú najvýhodnejšou voľbou vykurovania pre všetky objekty. Vždy je nutné si dopredu prepočítať nielen úspory pri použití TČ, ale aj zvýšené náklady oproti bežným vykurovacím systémom. Pri návrhu systému s TČ sa kladie dôraz na správny výber zdroja NPT a špecifické nároky pri inštalácii jednotlivých typov TČ.

**Realizácia vykurovacieho systému s použitím tepelného čerpadla sa riadi nasledujúcimi krokmi:**

### 1) Rozhodovanie o systéme TČ

- voľba nízkopotenciálneho zdroja tepla pre vykurovanie objektu
- očakávané investičné náklady a náklady na prevádzku TČ

### 2) Vypracovanie projektovej dokumentácie

- výpočet tepelnej straty objektu – nutné pre správne nadimenzovanie výkonu TČ
- revízia elektrickej prípojky s ohľadom na potrebný príkon TČ
- návrh vykurovacieho systému
- výber vhodného TČ, výber dodávateľa TČ a vykurovacieho systému
- cenová ponuka a zmluva, financovanie, dotácia, vybavenie povolenia v prípade potreby

### 3) Realizácia primárneho zdroja energie

- vypracovanie elektrickej a hydraulikkej schémy, vypracovanie projektu, výkopové práce studne, plochý kolektor, geotermálny vrt, polozenie kolektorov, pripojenie do zberača

### 4) Montáž TČ

- hydraulické zapojenie TČ, akumulačného zásobníka a zásobníka na TUV vrátane inštalácie vykurovacieho systému a dôležitých bezpečnostných prvkov podľa projektu
- naplnenie primárneho a vykurovacieho okruhu, odvzdušnenie, tlaková skúška
- montáž a zapojenie vonkajšej/vnútornej jednotky, ak ide o multi-split systém

### 5) Zapojenie elektroinštalácie

- zapojenie silovej časti elektroinštalácie k TČ a zapojenie regulácie, prípadne istenia el. ohrevu
- zapojenie hydraulických akčných prvkov do regulátora TČ, osadenie snímačov tlakov, teplôt TČ a vonkajšej teploty, zapojenie prípadných HDO (blokácia doby VT), revízne správy

### 6) Uvedenie TČ do prevádzky

- Po pripojení všetkých častí TČ je potrebné systém naplniť a vyregulovať tak, aby zariadenie bolo schopné prevádzky. Nasleduje kontrola parametrov a zápis do odovzdávacieho protokolu.

### 7) Odovzdanie diela zákazníkovi a zoznámenie s obsluhou

- Súčasťou odovzdania sú: dokumenty so záručnými podmienkami, návody na obsluhu TČ a vykurovacieho systému, projektová dokumentácia, protokol o uvedení do prevádzky, servisná knižka, zmluva na servisné zabezpečenie, záručné prehliadky

#### 4.2.1 Voľba vykurovacích telies

V tejto variante je navrhnutá nová teplovodná vykurovacía sústava. Rozvod teplej je dvojtrubkovým potrubím, proti-prúdový s núteným obehom vody a uzavretou expanznou nádobou. Narhnuté sú vysokokvalitné moderné doskové telesá *VOGEL&NOOT* rady *T6* (Obr. 4.5) od rakúskeho výrobcu. Sú prispôsobené pre zapojenie s nízkoteplotným zdrojom energie a v projekte boli nadimenzované pre teplotný spád 55/40 °C podľa projekčných podkladov priamo od výrobcu [58]. Tabuľky na prepočet výkonu telies sú označené ako *Príloha L*.



Obr. 4.5 Zvolené nízkoteplotné telesá *VOGEL&NOOT T6* [59]

Telesá typu *T6* sa na teplovodné potrubia pripájajú stredom telesa, a sú od výroby vybavené pripojením pre dvojtrubkové systémy. Na rozvodnú sieť potrubí budú napojené cez termostatický ventil na prívodnom potrubí a cez uzatvárateľné regulačné šróbenie na potrubí spätnom. Všetky telesá sú osadené termostatickými hlaviciami a obsahujú odvzdušňovacie ventily.

Tab. 4.4 Parametre nadimenzovaných vykurovacích telies

č.	Miestnosť	t <sub>i</sub> [°C]	Tepelná strata [W]	Požad. výkon [W]	ÚK	Vykurovacie teleso	Výkon telesa [W]	Celkový výkon [W]	Pokrytie telesom [%]	Celkové pokrytie [%]	Teplotný spád (t <sub>1</sub> /t <sub>2</sub> )
1	1.01 - Obývačka	20	4336	4336	VL	VOGEL NOOT T6 33 VM (900/2400)	4314	4314	100	100	55/40
2	1.02 - Izba	20	1968	1968	VL	VOGEL NOOT T6 33 VM (900/1120)	2013	2013	102	102	55/40
3	1.05 - WC	20	318	318	VL	VOGEL NOOT T6 22 VM (300/520)	321	321	101	101	55/40
4	1.07 - Kúpeľňa	24	688	688	VL	VOGEL NOOT T6 22 VM (500/1000)	729	729	106	106	55/40
5	1.08 - Kuchyňa	20	1538	1538	VL	VOGEL NOOT T6 33 VM (600/1120)	1547	1547	101	101	55/40
6	2.01 - Izba	20	1223	1223	VL	VOGEL NOOT T6 33 VM (500/1000)	1245	1245	102	102	55/40

Telesá sú umiestnené rovnako ako v predchádzajúcom návrhu, pod oknom a za použitia rovnako navrhnutých rozvodov potrubia. Nadimenzovanie vykurovacích telies pre pokrytie tepelných strát jednotlivých miestností je v *Tab. 4.4*. Rozvinutý rez navrhnutých vykurovacích telies je súčasť práce a je označený ako *Príloha N*.

#### 4.2.2 Voľba tepelného čerpadla

Rodinný dom, ktorého pozemok neumožňuje vykonať vrtý alebo uložiť kolektory, má možnosť použiť TČ vzduch – voda aj do vyšších výkonov. TČ typu vzduch – voda je univerzálny typ TČ pre ústredne vykurovanie. Moderné TČ typu vzduch-voda prešli poslednými rokmi výrazným pokrokom. Sú schopné dodávať teplo už pri vonkajšej teplote -20 °C. Sú navrhované pre tepelné straty objektu od 1,3 kW do 50 kW a dokážu ohriať vodu až na 60 °C pri vonkajšej teplote -15 °C.

U moderných, dobre izolovaných rodinných domov s tepelnou stratou do 10 kW je možné navrhnuť TČ ako jediný zdroj tepla. V tomto prípade počítame s tepelnou stratou objektu 10 kW ale jedná sa o starý, len čiastočne zateplený dom. Dom je situovaný v klimatickom prostredí, kde teploty každoročne počas vykurovacej sezóny v najchladnejších dňoch klesnú pod -14 °C. Rozmer a lokalita pozemku nedovoľuje umiestnenie geotermálneho vrtu. V blízkosti objektu nie je k dispozícii povrchová voda. Vzhľadom k týmto faktom a v neposlednej rade vzhľadom k finančným nákladom na realizáciu bude navrhnuté TČ vzduch – voda v prevedení s vonkajšou a vnútornou jednotkou.

Pre vypočítané tepelné straty objektu 10 kW v 3. časti tejto práce a navrhnuté nízkotepelné radiátory v časti 4.2 navrhujem použitie TČ vzduch–voda typu **WPL 18 cool** od výrobcu **Stiebel Eltron**, ktoré je schopné pokryť tepelné straty objektu až do 14 kW a disponuje funkciou reverzibilného chodu na chladenie objektu počas letných dní.

Na dimenzovanie TČ sú použité originálne podklady pre projektantov priamo od výrobcu navrhnutého typu TČ, dostupné na [60].

### 4.2.3 Dimenzovanie TČ

Ideálne rozmedzie pokrytia tepelných strát objektu je medzi 50 – 80 % maximálneho výkonu TČ.

Na presné dimenzovanie systémov s TČ musíme poznať nasledujúce informácie o objekte, alebo vykonať tieto projekčné kroky: [60]

- výpočet vykurovacej záťaže objektu podľa normy *STN EN 12831*
- stanovenie teploty vykurovacej plochy / vody
- zistenie najvýhodnejšieho zdroja tepla alebo stanovenie zdroja tepla
- stanovenie spôsobu prevádzky TČ podľa vykurovacích telies
- dimenzovanie TČ podľa tepelného výkonu a spôsobu prevádzky
- elektrické podmienky pripojenia a požiadavky na reguláciu tepelných čerpadiel
- zapojenie TČ do vykurovacieho systému

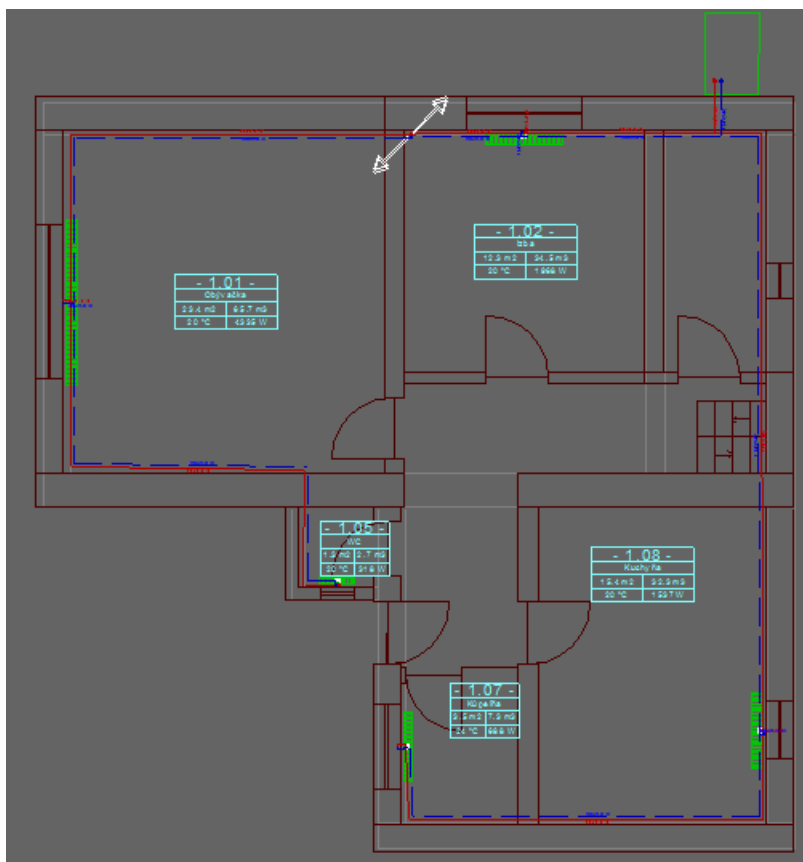
Tab. 4.5 Zistenie ročného COP z podkladov od výrobcu navrhnutého TČ

Roční topné faktory tepelných čerpadel vzduch | voda

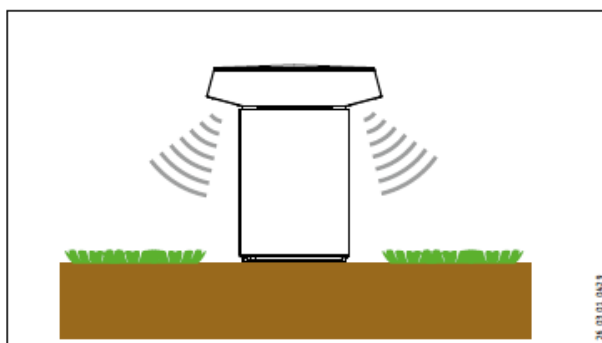
	Novostavba / podlahové topení				Stará budova / topení s radiátory				Stará budova / výměnné konvektory			
	35 7	35 7	35 7	35 7	55 10	55 10	55 10	55 10	45 10	45 10	45 10	45 10
Hranice vytápění [°C]	12	12	12	12	15	15	15	15	15	15	15	15
Venkovní teplota [°C]	-10	-12	-14	-16	-10	-12	-14	-16	-10	-12	-14	-16
WPL 15 AS	3,9	3,8	3,7	3,6	3,5	3,4	3,4	3,3	3,7	3,6	3,6	3,5
WPL 25 A	4,0	3,9	3,9	3,8	3,6	3,6	3,5	3,4	3,9	3,8	3,8	3,7
WPL 15 IS-2 / WPL 15 IKS-2	3,9	3,8	3,8	3,7	3,5	3,4	3,4	3,4	3,8	3,7	3,7	3,6
WPL 25 I-2 / WPL 25 IK-2	4,1	4,0	3,9	3,9	3,7	3,6	3,6	3,5	4,0	3,9	3,8	3,8
WPL 33 HT	3,7	3,6	3,5	3,4	3,3	3,2	3,2	3,1	3,6	3,5	3,4	3,3
WPL 10 AC	3,7	3,6	3,6	3,5	3,3	3,2	3,2	3,2	3,5	3,5	3,4	3,4
WPL 10 I	3,4	3,3	3,3	3,3	3,0	3,0	3,0	2,9	3,3	3,2	3,2	3,2
WPL 10 IK	3,4	3,3	3,3	3,3	3,0	3,0	3,0	2,9	3,3	3,2	3,2	3,2
WPL 13 E	3,9	3,8	3,8	3,7	3,5	3,4	3,4	3,4	3,8	3,7	3,7	3,6
WPL 18 E	3,9	3,8	3,8	3,8	3,5	3,4	3,4	3,4	3,8	3,7	3,7	3,6
WPL 23 E	3,8	3,7	3,7	3,6	3,4	3,3	3,3	3,3	3,6	3,6	3,5	3,5

### Hlučnosť vonkajšej jednotky

Pri projektovaní TČ vzduch-voda, je nutné brať do úvahy hlučnosť vonkajšej jednotky. Tá bola preto umiestnená s ohľadom na charakter pozemku. Na *Obr. 4.6* je vonkajšia jednotka umiestnená v pravom hornom rohu pôdorysu budovy, pričom umiestnenie domu je znázornené na *Obr. 2.2* v časti 2.3 tejto práce. Severná a západná strana domu hraničí s verejnou komunikáciou, ktorá tvorí dostatočný odstup s ďalšími obývanými objektami. Z východnej strany dom hraničí s rozsiahlou záhradou patriacou k domu a z južnej strany je vybudovaná garáž patriaca k domu. Hladina zvukovej emisie pri prevádzke TČ nebude rušiť nikoho, a je umiestnená pri stene neobývanej miestnosti. Na *Obr. 4.7* je znázorený smer šírenia akustických vln navrhnutým TČ. Je vidno opatrenia firmy pre zníženie hluku spôsobeného vonkajšou jednotkou TČ.



*Obr. 4.6 Umiestnenie vonkajšej jednotky TČ*



*Obr. 4.7 Šírenie akustickej emisie vonkajšou jednotkou TČ*

## Teplota vykurovacej vody

Na efektivitu použitia TČ majú rozhodujúci vplyv parametre NPT. Teplota zdroja energie je rozhodujúca pre dosiahnuteľnú hodnotu vykurovacieho výkonu. Vykurovacie zariadenia vyžadujúce vstupnú teplotu zohriatej vody vyššiu ako 60 °C môžu byť v prevádzke s TČ len v bivalentnom spôsobe prevádzky s druhým zdrojom tepla. Nové systémy na vykurovanie musia byť dimenzované na vstupnú teplotu vody max 55 °C aby bola možná monovalentná prevádzka TČ. [60].

### Zásady pri projektovaní TČ:

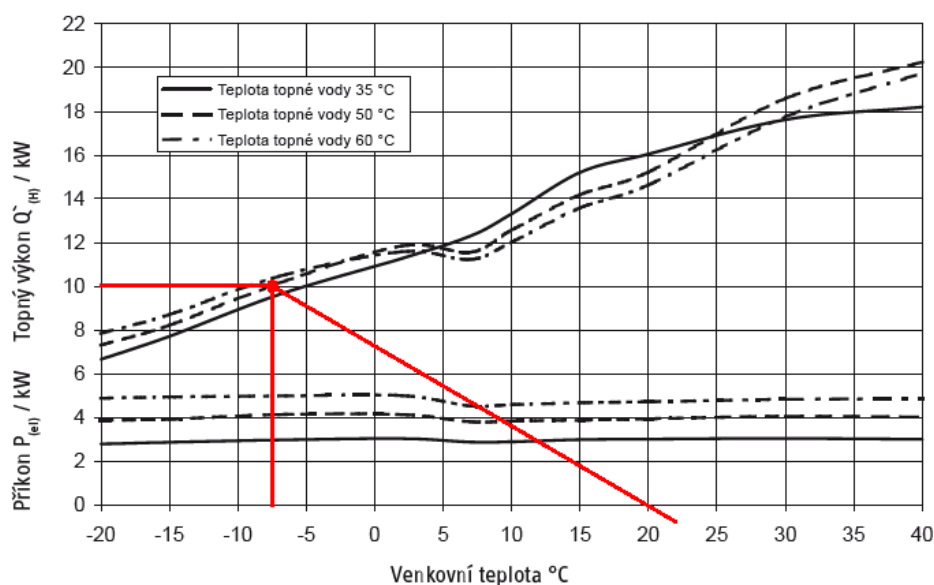
- Čím nižšia je teplota vykurovacej vody, tým vyšší je COP.
- U TČ vzduch - voda závisí vykurovací výkon na vonkajšej teplote. Pri klesajúcej teplote klesá aj výkon čerpadla a rastie záťaž.
- TČ vzduch–voda sa dimenzujú monoenergeticky.

Teplota vykurovacej vody je stanovená na 55 °C výberom nízko-teplotných telies v časti 4.2.1.

### Stanovenie bodu bivalencie

Priesečník čiar udáva bivalentný bod, ktorý by mal pri monoenergetickom spôsobe ležať medzi -3 až -7 °C vonkajšej teploty. Z dôvodu aby možné pokryť podľa možnosti, čo najväčší podiel ročnej vykurovacej záťaže. [60]

Diagram topného výkonu WPL 18 E | WPL 18 cool



Obr. 4.8 Stanovenie bivalentného bodu pre navrhnuté TČ

Pre zadaný RD s tepelnou stratou 10 kW s navrhnutým systémom nízko-teplotných vykurovacích telies so vstupnou teplotou vykurovacej vody 55 °C je pri vonkajšej výpočtovej teplote  $t_e = -14$  °C stanovený bod bivalentncie pri vonkajšej teplote -7 °C.

Bol správne zvolený prístroj *WPL 18 cool*, ktorý samostatne pokrýva spotrebu tepla do -7 °C vonkajšej teploty a pritom dosahuje ročného podielu tepla až 98 % podľa Tab. 4.6.

## Určenie prevádzkového režimu TČ

Navrhnuté TČ bude na základe projekčných podkladov od výrobcu navrhnutého TČ a stanovenej bivalentnej teploty pracovať v monoenergetickej prevádzke, pričom prídavný zdroj sa zapne automaticky pri vonkajšej teplote  $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$  a je súčasťou TČ.

Tab. 4.6 Ročný podiel pokrytia spotreby tepla navrhnutým TČ

### Podíl ročního pokrytí topného tepelného čerpadla

Bivalentní bod [°C]	Paralelní (monoenergetický) způsob provozu Podíl pokrytí podle klimatické zóny				
	-10 °C	-12 °C	-14 °C	-16 °C	-18 °C
-12	1,00	1,00	1,00	0,99	0,98
-10	1,00	1,00	0,99	0,98	0,97
-8	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96
-6	0,99	0,99	0,98	0,97	0,95
-4	0,99	0,98	0,97	0,95	0,93
-2	0,98	0,96	0,94	0,92	0,90
0	0,96	0,93	0,90	0,87	0,85
+2	0,92	0,88	0,85	0,81	0,77
+4	0,87	0,83	0,79	0,74	0,69
+6	0,81	0,77	0,72	0,67	0,62
+8	0,75	0,71	0,65	0,59	0,52

Pri projektovaní bola uvažovaná aj varianta bivalentnej prevádzky TČ s plynovým kotlom, ale vzhľadom k 98 % pokrytiu spotreby tepla navrhnutým TČ nie je dôvod vyhodnocovať túto variantu.

## Dimenzovanie akumuláčného zásobníka

TČ vyžadujú na ideálnu prevádzku určité minimálne množstvo prietoku teplej vody pre zaistenie projekovaného teplotného spádu. Je to z dôvodu tepelných akumuláčnych vlastností vody. Kombinácia s malým objemom vody znamená rýchle ohriatie a rýchle vychladnutie vykurovacej vody. Toto spôsobí časté vypínanie a zapínanie zdroja tepla, ktoré naň pôsobí nepriaznivo. Nie je vylúčené použitie systému bez akumuláčnej nádoby, musí byť ale splnená podmienka dostatočnej kapacity vody vo vykurovacom systéme bez akumuláčného zásobníka.

Tab. 4.7 Dimenzovanie akumuláčného zásobníka

Tepelné čerpadlo	Maximální normovaná topná zátěž podle provozního režimu		Akumulační zásobník		
	monovalentní s dobami blokování kW	mono-energetický s dobami blokování kW	Doporučení	Objem ve spojení s Topná tělesa L	Plošné topení L
Typ					
WPL 18 E / cool	7,0	15,0	potřebná	700	200

Pre zvolené TČ s vykurovacími telesami navrhujem akumuláčny zásobník s objemom 700 l.

### Výhody použitia akumuláčného zásobníka:

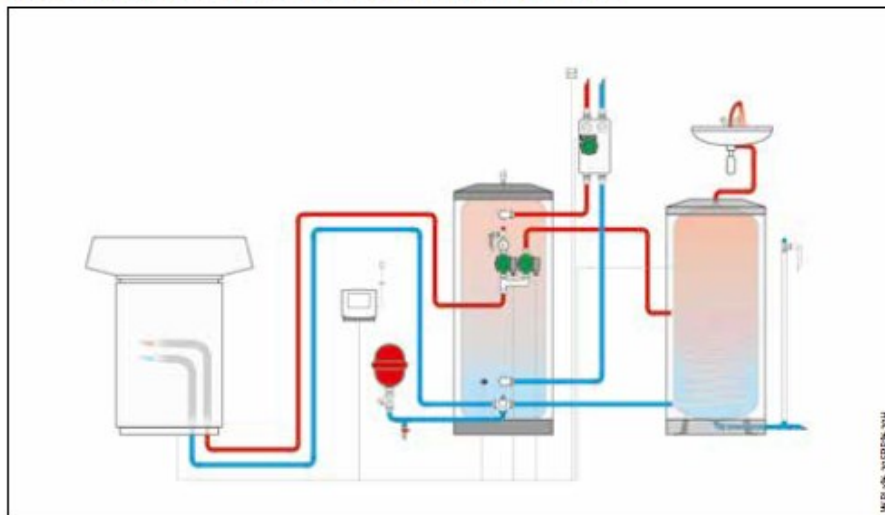
- konštantný objemový prietok kvapaliny cez TČ
- žiadne rušivé zvuky spôsobené prúdením kvapaliny
- bez narušenia komfortu v prípade blokovania doby VT
- bezproblémové pripojenie prípadného ďalšieho zdroja tepla
- šetrné k TČ pretože nedochádza k častému vypínaniu zdroja



## Príprava TUV

Rozsah použitia prípravy TUV pri použití TČ je obrovský a ponúka sa rada možností kombinácií so zásobníkmi o rôznych objemoch. Voľba zásobníka TUV sa orientuje podľa počtu osôb v dome, dennej spotreby, systému rozvodu TUV alebo počtu inštalovaných odberných miest.

Ohrev teplé pitné vody pomocí zásobníku teplé vody SBB WP



Obr. 4.9 Schéma navrhnutého TČ so zásobníkom TUV a akumulácnou nádržou

Pre 4 osoby žijúce v dome navrhujem podľa tabuliek najmenší zásobník na ohrev TUV typu *SBB 300 WP* s objemom 300 l.

### 4.2.4 Chladenie objektu

Jednou z hlavných výhod TČ je variabilita použitia. V časti práce 1.8 je stručne spracovaná teória o klimatizačných zariadeniach, ktoré neodmysliteľne patria k vykurovaniu. Každá klimatizácia je tepelné čerpadlo, v režime chladenia. Staršie TČ neponúkali možnosť režimu klimatizácie, ale navrhnuté je moderné TČ s možnosťou reverzibilného chodu. Sú 2 varianty chladenia objektov pomocou TČ:

#### Pasívne chladenie:

Je možné len v prípade použitia TČ typu voda-voda a zem-voda. Je to energeticky veľmi úsporné riešenie v ktorom teplota podzemnej vody (TČ voda-voda), alebo pôdy (TČ zem-voda) je prenášaná tepelným výmenníkom do vykurovacieho systému. V tomto prípade kompresor nie je zapojený a TČ zostáva „pasívne“. [60]

#### Aktívne chladenie:

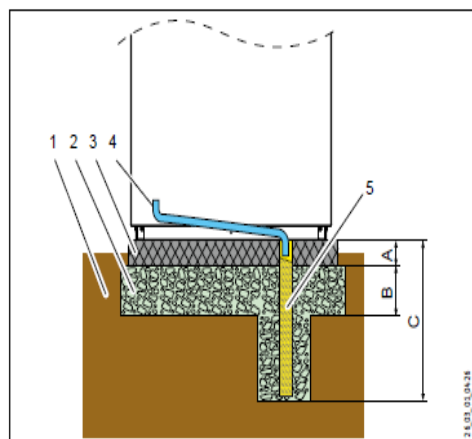
Chladiaci výkon TČ je prenášaný do vykurovacieho systému, kompresor TČ je v aktívnej prevádzke. Vykurovacie telesá budú vytvárať chlad v miestnostiach. V našich klimatických podmienkach je to málo známe riešenie a využíva sa hlavne pri novostavbách. Tie sa budujú s použitím materiálov s nižšou schopnosťou akumulácie. Preto v starých budovách ostáva aj v najteplejších letných dňoch príjemne chladno. V teplejších podnebiach je ale táto varianta rozšírená a cenový rozdiel medzi TČ s ponukou režimu chladenia a bez ponuky režimu chladenia je minimálny.



## Odvod kondenzátu

TČ vzduch-voda odoberajú nasávanému vonkajšiemu vzduchu vlhkosť, ktorá sa zráža na studenom výparníku. Tento kondenzát je vedený do odtoku (*Obr. 4.11*) alebo oteká do vane, prípadne je vedený do zeme (*Obr. 4.10*). Kondenzát pri nízkej teplote vonkajšieho prostredia zamrzá a tvorí nežiadúcu vrstvu ľadu na vonkajšej jednotke. Námraza na vonkajšej jednotke je preto cyklicky rozmrazovaná krátkym reverzovaným chodom jednotky, častejšie však vykurovacím odporovým káblom na vonkajšej jednotke.

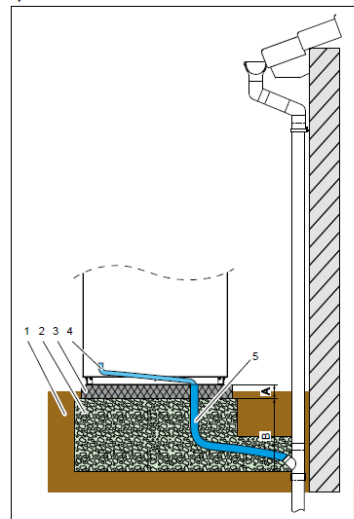
Odvod kondenzátu



- |   |                               |           |
|---|-------------------------------|-----------|
| 1 | Země                          | A ≈ 10 cm |
| 2 | Výplň z hrubého šterku        | B ≈ 30 cm |
| 3 | Betónová doska                | C ≈ 80 cm |
| 4 | Rozvod odvodu kondenzátu      |           |
| 5 | Potrubí k odvádění kondenzátu |           |

Obr. 4.10 Odvod kondenzátu do zeme

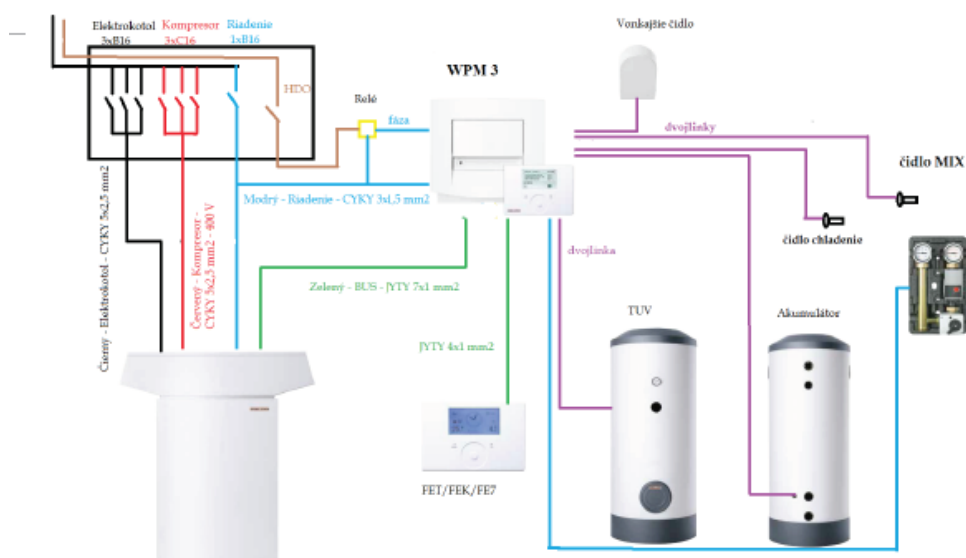
Odvod kondenzátu je proveden formou svislé trubky nebo je vyveden do odtoku



- |   |                          |           |                  |
|---|--------------------------|-----------|------------------|
| 1 | Země                     | 5         | Odvod kondenzátu |
| 2 | Výplň z hrubého šterku   | A ≈ 10 cm |                  |
| 3 | Betónová doska           | B ≈ 80 cm |                  |
| 4 | Rozvod odvodu kondenzátu |           |                  |

Obr.4.11 Odvod kondenzátu odtokovým potrubím

## Elektrické schéma



Obr. 4.12 Elektrické schéma zapojenia navrhnutého TČ

Na Obr. 4.12 je blokové schéma zapojenia navrhnutého TČ v monoenergetickej prevádzke.

## 4.2.4 Výsledky návrhu

Tab. 4.8 Bilancia z projektu vypočítaná programom TechCON

Bilancia pre (WPL 18 E cool (vzduch/voda)):	
Celkový príkon =	7658 W
Prietok =	425 kg/h
Dispozičný tlak =	25930 Pa
Potrebný tlak =	25930 Pa
Objem vody v sústave =	102.0 l
Teplota prívodu =	55 °C
Teplota späťochodu =	39 °C
Teplotný spád (tp/ts) $\Delta t$ =	16 K

Tab. 4.9 Výsledky tlakových strát v sústave

okruh	Číslo okruhu	$\Delta t$ [K]	H [Pa]	Hpotr [Pa]	$\Delta P_c$ [Pa]	Vztlak [Pa]	$\Delta P_r$ VT [Pa]	$\Delta P_v$ [Pa]	$\Delta P_{dif}$ [Pa]
1.01 - Obývačka - VOGEL & NOOT T6 33 VM 9/24	1	15.00	25930	25930	25949	19	0	0	0
1.07 - Kúpeľňa - VOGEL & NOOT T6 22 VM 5/10	2	11.45	25930	8884	4127	19	21822	21785	37
1.08 - Kuchyňa - VOGEL & NOOT T6 33 VM 6/11	3	20.1	25930	8821	4041	19	21908	21892	16
1.02 - Izba - VOGEL & NOOT T6 33 VM 9/11	4	23.83	25930	10005	5122	19	20827	20813	14
2.01 - Izba č.2 - VOGEL & NOOT T6 33 VM 5/10	5	17.72	25930	10443	5772	100	20258	20253	5
1.05 - WC - VOGEL & NOOT T6 22 VM 3/05	6	6.31	25930	12682	7712	19	18237	18219	18

Tab. 4.10 Výsledky teplotného spádu a výkonu navrhovaných vykurovacích telies

okruh	Číslo okruhu	Teplota prívodu [°C]	$\Delta t$ [K]	Vypočítaný výkon VT $Q_{vt}$ [W]	Navrhnutý výkon VT $Q_n$ [W]	Odhýlka výkonu [W]	Odhýlka výkonu [%]
1.01 - Obývačka - VOGEL & NOOT T6 33 VM 9/24	1	55	15	4314	4314	0	100
1.07 - Kúpeľňa - VOGEL & NOOT T6 22 VM 5/10	2	55	11	871	729	142	119
1.08 - Kuchyňa - VOGEL & NOOT T6 33 VM 6/11	3	55	20	1563	1547	16	101
1.02 - Izba - VOGEL & NOOT T6 33 VM 9/11	4	55	24	2018	2013	5	100
2.01 - Izba č.2 - VOGEL & NOOT T6 33 VM 5/10	5	55	18	1256	1245	11	101
1.05 - WC - VOGEL & NOOT T6 22 VM 3/05	6	55	6	427	321	106	133

Hydraulické zapojenie navrhnutého TČ je súčasťou práce a je označené ako *Príloha N*.

Presné montážne inštrukcie sú v práci označené ako *Príloha O*.

## 4.2.5 Náklady na realizáciu

TČ sú najdrahšie na investíciu a realizáciu projektu. V tomto prípade činí celková cena navrhnutého vykurovacieho systému 10 700 € bez DPH. Z toho tepelné čerpadlo stojí 8800 €. Na Slovensku je možné uplatniť si dotáciu 370 € na 1kW inštalovaného TČ maximálne však 3700€ čiže ekvivalent 10 kW výkonu TČ. V tomto prípade by bola čerpaná celá výška dotácie. Cena nízkoteplotného kvalitného vykurovacieho systému je vrátane inštaláčného materiálu a potrubí 1800€.

Po schválení dotácie pre TČ by bola cena celého systému 7000€. (bez DPH a montážnych prác)

### Prevádzkové náklady:

Cena u regionálneho dodávateľa elektriny je pri voľbe sadzby DD6 určenej pre TČ v dobe NT za **0,097 € / 1kWh** resp. **2,5 Kč / 1 kWh** po dobu VT je to až **0,157 € / 1 kWh** resp. necelé **4 Kč**.

V porovnaní s bežnou sadzbou DD1 pre domácnosti ktorá je 0,169 €, nieje o moc výhodnejšia sadzba pre TČ v dobe VT. Ceny elektrickej energie sú uvedené vrátane DPH.

Kompletná cenová ponuka systému vykurovania s TČ je súčasťou práce a je označené ako *Príloha J*.

## Záver

Cieľom práce bol teoretický opis možných systémov vykurovania v rodinných domoch a ich zdrojov tepla s dosiahnutím veľkého komfortu. Cieľom praktickej časti práce bol opis zadaného objektu, výpočet tepelných strát a následný návrh vhodného spôsobu vykurovania.

Teoretická časť práce je rozdelená na zdroje tepla a k nim prislúchajúce technické riešenia používané pri vykurovaní rodinných domov. Tuhým palivám používaných pri vykurovaní je venovaná menšia pozornosť pretože sú na ústupe. Podstatne väčšia pozornosť je venovaná aktuálnemu zdroju paliva – plynu. Najpodrobnejšia analýza je vypracovaná k rôznym variantám elektrického vykurovania.

K elektrickému vykurovaniu bola vypracovaná časť o možnosti získavania tepla z počítačových čipov. Analýzované boli grafické karty a možnosti vytvorenia stabilnej záťaže na tieto komponenty za účelom finančného zisku z práce vykonanej počítačom, a využitia odpadového tepla vzniknutého týmto procesom. Doložené boli dáta a obrázky z vlastnej skúsenosti z praxe v riadení a konštrukcii takýchto zariadení. Táto časť práce nebola v ucelenej forme vypracovaná v žiadnej literatúre a technológia môže mať v blízkej budúcnosti význam aj pre elektrotepeľnú techniku. Spôsobom odoberania tepla z počítačových čipov je mnoho a v prípade použitia popísaného typu riadenia s veľmi stabilnou záťažou sa ponúka možnosť vodného chladenia a zapojenia do centrálného systému vykurovania. V tomto prípade by sa dalo uvažovať elektronickom samostatne zárobnokovo-činnom vykurovacom systéme, ktorý je bezpečný a ovládaný cez internet.

V druhej časti bol fyzicky zameraný zadaný starý rodinný dom keďže projektová dokumentácia neexistuje. Od majiteľa boli zistené potrebné údaje o konštrukčnej skladbe domu, všetkých zrealizovaných rekonštrukciách a aktuálnych ročných nákladoch na prevádzku domu. Tieto údaje boli spracované v niekoľkých programoch. Na základe nameraných údajov bola vytvorená tabuľka v programe *Excel* na presné dopočítanie hrúbok stien a v rysovacom programe bol vytvorený pôdorys oboch nadzemných podlaží. Výkresy sú súčasťou prílohy práce.

Na základe zistených ročných nákladov za plyn boli podľa kalkulačky na stránkach distribútora plynu približne spočítané samostatné náklady na vykurovanie, varenie a ohrev TUV pre neskoršie porovnanie.

Tretia časť práce obsahuje teoretické poznatky o vedení tepla cez rovinné steny a analýzu rovníc podľa ktorých programy vypočítavajú tepelné straty. Praktické riešenie výpočtu tepelných strát spočívalo v nadefinovaní zistených vstupných údajov o objekte a následné vloženie do programu.

V programe *TechCON* bol na základe pôdorysu a údajov o konštrukčných prvkoch vypracovaný 3- rozmerný model zadaného objektu vrátane základov, podpivničenia a skladby strechy aby bolo dosiahnuté čo najpresnejšieho výsledku. Následne boli podľa aktuálnej normy vypočítané tepelné straty objektu, ktoré sa približne zhodovali s údajom o tepelných stratách dostupných z orientačnej kalkulačky na stránkach distribútora plynu. Výsledky z výpočtu a namodelovaný objekt sú v prílohách tejto práce.

Posledná časť obsahuje 2 varianty. Prvý návrh má ekonomický charakter s dôrazom na minimalizáciu búracích prác vzhľadom k rekonštrukcii domu. Boli osadené nové keramické podlahy, preto nebolo uvažované podlahové vykurovanie. Navrhnuté bolo ústredné teplovodné vykurovanie s použitím klasických doskových vykurovacích telies *KORAD* s teplotným spádom 85/60.

Každé vykurovacie teleso bolo zvolené podľa strát jednotlivých miestností. Nasledoval návrh rozvodného potrubia vrátane stúpajúceho potrubia do II.NP. a voľba vhodných armatúr k telesám. Tie boli pripojené na potrubia a podľa celkových tepelných strát bol zvolený plynový kotol. Následne boli nadimenzované potrubia a vyladené všetky regulačné prvky v systéme.

Výstupy z programu navrhnutého vykurovacieho systému sú : vypočítané tlakové straty pre jednotlivé úseky, 3-rozmerný model vykurovania, pôdorysy jednotlivých podlaží s vloženými prvkami a detailne vypracovaná cenová ponuka s možnosťou výberu 3 rôznych variant zdroja tepla. Rozvinutý rez vykurovacieho systému bol v rysovacom programe upravený a všetky výsledky z programov sú v prílohách.

V druhej variante sú navrhnuté nízkotepelné telesá v kombinácii s TČ systému vzduch –voda, ktoré bolo naprojektované podľa aktuálnych podkladov pre návrh priamo od výrobcu zvoleného TČ. K návrhu je vypracovaná aj cenová ponuka, ktorá je súčasťou práce. V prílohe sú vypracované aj hydraulické schémy telies, tepelného čerpadla, postup pri dimenzovaní TČ, cenová kalkulácia a doložené sú aj montážne inštrukcie pre vonkajšiu inštaláciu.

K oboch variantam je cenová ponuka a náklady na prevádzku, pričom pri porovnaní systémov boli brané do úvahy aktuálne ceny energií teda plynu a elektriny. V regióne zadaného objektu by sa voľba jednoznačne priklonila k prvej ponúkanej variante. A to ako z hľadiska počiatočnej investície, tak z hľadiska podstatne nižších prevádzkových nákladov. Zaužívaným spôsobom v dome je vykurovanie plynom za veľmi výhodnú jednotkovú cenu. Oproti tomu sa cena elektriny nevyrovná ani pri najvýhodnejšej sadzbe. TČ je pritom omnoho drahšie na realizáciu aj prevádzku. Pri možnom výpadku elektrickej energie pri monoenergetickej prevádzke nie je ničím zálohované. Aj preto by som odporučil prvú variantu.

## Použitá literatura

- [1] Teplárenství České republiky v tabulkách a grafech. *Naseteplo* [online]. [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <http://www.naseteplo.cz/?id=2010>
- [2] Uhlí (prehľad). *Energia Denník N* [online]. [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <http://energia.dennikn.sk/dolezite/efektivnost/uhlie/0512/>
- [3] Fosilní paliva: Výhody a nevýhody. *Ekolid* [online]. 2013 [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <http://www.ekolid.cz/fosilni-paliva-vyhody-a-nevyhody/>
- [4] BUFKA, Aleš. Malá spalovací zařízení na pevná paliva pro domácnosti – 1. část.: *TZB-info* [online]. 2013 [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <http://vytapani.tzbinfo.cz/kotle-kamna-krby/9924-mala-spalovaci-zarizeni-na-pevna-paliva-prodomacnosti-i-cast>
- [5] Úvodem o koksu. *Koksovny* [online]. [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <http://www.koksovny.cz/cz/uvodem-o-koksu>
- [6] Tuhá fosilní paliva. *Vytápění rodinných domů* [online]. [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <http://www.vytapani-rodinnych-domu.cz/tuha-fosilni-paliva>
- [7] Vytápíme tuhými palivy. *TZB-info* [online]. [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/vytapime-tuhymi-palivy>
- [8] LYČKA, Zdeněk. Jak vybírat nový kotel na pevná paliva (1).: *TZBinfo* [online]. 2013 [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/kotlekamna-krby/9798-jak-vybirat-novy-kotel-na-pevna-paliva-1>
- [9] Zákon č. 20.1/2012 Sb. O ochraně ovzduší.
- [10] ZILVAR, Jiří a Vladimír STUPAVSKÝ. Kotlíková dotace 2015-2020: podmínky a podrobnosti. In: *TZB-info* [online]. 2015 [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/kotlikove-dotace/12985-kotlikova-dotace-2015-2020-podminky-a-podrobnosti>
- [11] PETŘÍKOVÁ, Vlasta: Biomasa pro vytápění budov. *Biom.cz* [online]. 2008-12-17 [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/biomasapro-vytapani-budov> .ISSN: 1801-2655.
- [12] STUPAVSKÝ, Vladimír. O vytápění biomasou od A až do Z. In: *TZBinfo* [online]. 2012 [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/peletky/8814-ovytapani-biomasou-od-a-az-do-z>
- [13] JANÍČEK, František: Biomasa ako palivo. *Biom.cz* [online]. 2009-01-30 [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/biomasaa-akopalivo>.ISSN: 1801-2655.
- [14] STUPAVSKÝ, Vladimír, HOLÝ, Tomáš: Dřevní štěrka - zelená, hnědá, bílá. *Biom.cz* [online]. 2010-01-01 [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/drevni-stepka-zelena-hneda-bila> . ISSN: 1801-2655.
- [15] Topení pohledem ekonoma – topíme peletami (II. díl). *TZB-info* [online]. GAS KOMPLET s.r.o., 2013 [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <http://oze.tzbinfo.cz/peletky/9744-topeni-pohledem-ekonoma-topime-peletami-ii-dil>
- [16] BZUK, Eduard: *Plynový kotel* [online]. [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <http://plynovykotel.cz/>

- [17] WIKIPEDIA. *Zemní plyn*. Wikipedia [online]. [cit. 2018-29-04]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Zemn%C3%AD\\_plyn](https://cs.wikipedia.org/wiki/Zemn%C3%AD_plyn)
- [18] Vitodens 300. *Viessmann* [online]. Viessmann, s.r.o. [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <http://www.viessmann.sk/sk/obytno-budovy/plynovy-vykurovaci-kotel/plynovy-kondenzacny-kotel/vitodens-300w.html>
- [19] MUSIL, Ladislav. Plyn ve vytápění (I). In: *TZB-info* [online]. 2002 [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/1163-plyn-ve-vytapeni-i>
- [20] CHOTT, Luboš. Jak topit co nejúsporněji: výběr kotle a paliva. *IReceptář* [online]. 2015 [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <http://www.ireceptar.cz/domov-a-bydleni/energie-a-vytapeni/jak-topit-co-nejuspornejivvyber-kotle-a-paliva/>
- [21] FUČÍK, Zdeněk. Stručná teorie kondenzace u kondenzačních plynových kotlů. In: *TZB-info* [online]. 2004 [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/1912-strucna-teorie-kondenzace-u-kondenzacnich-plynovych-kotlu>
- [22] *Varianty elektrického vytápění* [online]. TZB-info [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <http://vytapeni.tzb-info.cz/vytapime-elektrinou/304-varianty-elektrického-vytapeni>
- [23] KOPAČKOVÁ, Dagmar a Jan BLAŽÍČEK. Varianty elektrického vytápění -rozdělení podle zdroje tepla. In: *TZB-info* [online]. 2014 [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <http://vytapeni.tzb-info.cz/vytapime-elektrinou/10833-varianty-elektrického-vytapenirozdeleni-podle-zdroje-tepla>
- [24] Hradílek, Z., Lázníčková, I., Král, V.: *Elektrotepelná technika*, ČVUT Praha 2011, ISBN 978-80-01-043938-9.
- [25] Princip infratopení. *Infratopení* [online]. [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: [http://www.infratopeni-infrapanely.cz/teorie\\_infratopeni.php](http://www.infratopeni-infrapanely.cz/teorie_infratopeni.php)
- [26] Vytápění elektrinou: Vyplatí se topení elektrinou? *Ekolid* [online]. 2013 [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <http://www.ekolid.cz/vytapeni-elektrinou-vyplati-se/>
- [27] BLAŽÍČEK, Jan. Varianty konvekčního elektrického vytápění. In: *TZBinfo* [online]. 2014 [cit.2018-04-15]. Dostupné z: <http://vytapeni.tzb-info.cz/vytapimeelektrinou/11256-varianty-konvekcnio-elektrického-vytapeni>
- [28] Elektrické vytápění - typy topných zařízení. *TZB-info* [online]. Veletrhy Brno, a.s., 2007 [cit.2018-04-15]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/4055-elektrickevytapeni-typy-topnych-zarizeni>
- [29] Jana, Nesvadbová. Podlahové vytápění je nenápadné ale efektivní. *Novinky.cz*. [Online] 22. 8. 2009. [cit. 2018-04-15] Dostupné z: <http://www.novinky.cz/bydleni/tipy-a-trendy/176907-podlahove-vytapeni-jenenapadne-ale-efektivni.html>
- [30] BLAŽÍČEK, Jan. Varianty sálavého elektrického vytápění. In: *TZBinfo* [online]. 2014 [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <http://vytapeni.tzb-info.cz/vytapimeelektrinou/11073-varianty-salaveho-elektrického-vytapeni>

- [31] Desky HEAT - PAK. *Profimag.cz*. [Online] 10. 12 2009. [cit. 2018-04-16]. Dostupné z: <http://www.profimag.cz/wp-content/uploads/2009/12/desky-heat-pak.gif>
- [32] ENERGIE PROSTŘEDÍ, GEOTERMÁLNÍ ENERGIE, TEPELNÁ ČERPADLA. *EkoWATT* [online]. 2007 [cit. 2018-04-16]. Dostupné z: <http://www.ekowatt.cz/cz/informace/obnovitelne-zdroje-energie/energie-prostredigeotermalni-energie-tepelna-cerpadla>
- [33] MATUSZIŃSKI, Dariusz. *Co je Blockchain a jak funguje*. Kryptomagazin [online]. [cit. 2018-29-04]. Dostupné z: <https://kryptomagazin.cz/co-je-blockchain/>
- [34] WIKIPEDIA. *Blockchain*. [online]. [cit. 2018-29-04]. Dostupné z: <https://sk.wikipedia.org/wiki/Blockchain>
- [35] HELMS, Kevin. *Belarus Legalizes Cryptocurrencies and ICOs – Tax-Free for Five Years. Bitcoin* [online]. [cit. 2018-29-04]. Dostupné z: <https://news.bitcoin.com/belarus-legalizes-cryptocurrencies-icos-tax-free/>
- [36] WIKIPEDIA. *SHA-2*. Wikipedia. [online]. [cit. 2018-29-04]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/SHA-2#Pseudocode>
- [37] KALI BY OFFENSIVE SECURITY. *Latest Kali Linux News and Tutorials. Kali by offensive security* [online]. [cit. 2018-29-04]. Dostupné z: <https://www.kali.org/>
- [38] DSL. *Stovky slovenských webov ťažia kryptomenu na vašich PC, vyťažujú CPU*. Dsl [online]. [cit. 2018-29-04]. Dostupné z: <http://www.dsl.sk/article.php?article=20292&title=>
- [39] TZBINFO. *Porovnaní nákladů na vytápění TZB-info*. Tzb-info [online]. [cit. 2018-29-04]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/138-porovnani-nakladu-na-vytapeni-tzb-info>
- [40] MODRATHERM. *Produkty. Modratherm – Teplo pre Váš domov* [online]. [cit. 2018-29-04]. Dostupné z: <http://www.modratherm.sk/sk/produkty/pr/technicke-udaje/>
- [41] IMPERIALSHOP. *Plynové kachle MODRATHERM PR 2. Modratherm – Teplo pre Váš domov* [online]. [cit. 2018-29-04]. Dostupné z: <http://www.imperialshop.sk/MODRATHERM-PR-2-d462.htm>
- [42] KOVOTHERM. *Plynový ohrievač TATRAMAT. Kovotherm plus plyn-voda-kúrenie* [online]. [cit. 2018-29-04]. Dostupné z: <http://kovotherm.sk/kurenie/ohrievace/plynove-ohrievace/plynovy-ohrievac-tatramat/>
- [43] ATRIA. *Tepelné čerpadlá. Junkers* [online]. [cit. 2018-29-04]. Dostupné z: [https://www.atria.sk/navody-cenniky/Junkers/projekcne-podklady/201103181411490.PP\\_tepelne%20cerpadla.pdf](https://www.atria.sk/navody-cenniky/Junkers/projekcne-podklady/201103181411490.PP_tepelne%20cerpadla.pdf)
- [44] SPP. *Kalkulátor spotreby. Spp* [online]. [cit. 2018-29-04]. Dostupné z: <http://www.spp.sk/sk/domacnosti/spp-radi-a-pomaha/kalkulator-spotreby/#results>
- [45] WIKIPEDIA. *Handlovská kotlina*. Wikipedia [online]. [cit. 2018-29-04]. Dostupné z: [https://sk.wikipedia.org/wiki/Handlovsk%C3%A1\\_kotlina](https://sk.wikipedia.org/wiki/Handlovsk%C3%A1_kotlina)

- [46] EDU. Slovensko. Gymopatke Edu[online]. [cit. 2018-29-04]. Dostupné z: [http://www.gymopatke.edu.sk/geografia/rocnik2\\_3/fyzicka\\_geografia\\_sr.htm](http://www.gymopatke.edu.sk/geografia/rocnik2_3/fyzicka_geografia_sr.htm)
- [47] WIKIPEDIA. Carnotov cyklus. Wikipedia [online]. [cit. 2018-29-04]. Dostupné z: [https://sk.wikipedia.org/wiki/Carnotov\\_cyklus](https://sk.wikipedia.org/wiki/Carnotov_cyklus)
- [48] PETER, David. Kompresory pro tepelná čerpadla. Tzb-info[online]. [cit. 2018-29-04]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/13498-kompresory-pro-tepelna-cerpadla>
- [49] BCB\_PLZEŇ. Tepelné čerpadla (vzduch-voda) pro vytápění a ohřev vody. Junkers [online]. [cit. 2018-29-04]. Dostupné z: <http://bcb-plzen.eu/junkers/prospekty/tepelna-cerpadla.pdf>
- [50] PETRÁŠ, Dušan. Vytápění rodinných a bytových domů. Bratislava: Jaga, 2005. Vytápění. ISBN 8080760209.
- [51] DANFOSS S.R.O. Efektivní hydraulické vyvážení soustav vytápění je cesta pro dosažení úspor energie a nákladů v bytových domech. Tzb-info [online]. [cit. 2018-29-04]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/mereni-a-regulace/10549-efektivni-hydraulicke-vyvazeni-soustav-vytapani-je-cesta-pro-dosazni-uspor-energie>
- [52] VIESMANN. Vitodens 100-W – sa vojde aj do malých priestorov. Viessmann [online]. [cit. 2018-29-04]. Dostupné z: <https://www.viessmann.sk/sk/obytno-budovy/plynovy-vykurovaci-kotel/plynovy-kondenzacny-kotel/vitodens-100w.html>
- [53] POWERWIKI. Řešené příklady: Prostup tepla stěnou. Powerwiki [online]. [cit. 2018-29-04]. Dostupné z: [https://www.powerwiki.cz/wiki/OOEET\\_ResenePriklady](https://www.powerwiki.cz/wiki/OOEET_ResenePriklady)
- [54] TZBINFO. Součinitel prostupu tepla. TZB-info [online]. [cit. 2018-29-04]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/prostup-tepla-stavebni-konstrukci/315-soucinitel-prostupu-tepla>
- [55] TOPIMECHYTRE. Hydraulické vyvážení topné soustavy. Topíme chytře [online]. [cit. 2018-29-04]. Dostupné z: <http://www.topimechytre.cz/hydraulicke-vyvazeni.html>
- [56] GALÁT, Vladimír. Patří denostupňová metoda do archivu? TZB-info [online]. [cit. 2018-29-04]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/mereni-a-regulace/14332-patri-denostupnova-metoda-do-archivu>
- [57] TZBINFO. Potřeba tepla pro vytápění a ohřev teplé vody. TZB-info [online]. [cit. 2018-29-04]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/47-potreba-tepla-pro-vytapani-a-ohrev-teple-vody>
- [59] VOGELUNDNOOT. Panelové vykurovacie telesá. Vogel und noot [online]. [cit. 2018-29-04]. Dostupné z: [http://www.vogelundnoot.com/static\\_files/cz/media/downloads/deskova\\_otopna\\_telesa\\_cenik\\_sk.pdf](http://www.vogelundnoot.com/static_files/cz/media/downloads/deskova_otopna_telesa_cenik_sk.pdf)
- [60] STIEBEL ELTRON. Projektování a instalace tepelná čerpadla. Tepelná čerpadla [online]. [cit. 2018-29-04]. Dostupné z: [http://www.tepelna-cerpadla.cz/?download=\\_/download/technicke\\_informace\\_tepelna\\_cerpadla.pdf](http://www.tepelna-cerpadla.cz/?download=_/download/technicke_informace_tepelna_cerpadla.pdf)



## **Zoznam príloh**

**Príloha A: Pôdorys I.NP zadaného objektu**

**Príloha B: Pôdorys II.NP zadaného objektu**

**Príloha C: 3D model I.NP objektu z výpočtového programu TechCON**

**Príloha D: 3D model I.NP objektu z výpočtového programu TechCON**

**Príloha E: Výsledky tepelných strát z výpočtového programu TechCON.**

**Príloha F: Návrh ústredného vykurovania - pôdorys I.NP.**

**Príloha G: Návrh ústredného vykurovania - pôdorys II.NP.**

**Príloha H: Návrh ústredného vykurovania – výsledky tlakových strát**

**Príloha I: Návrh ústredného vykurovania - cenová ponuka**

**Príloha J: Návrh vykurovania s TČ - cenová ponuka**

**Príloha K: Návrh ústredného vykurovania – rozvinutý rez**

**Príloha L: Tabuľka na prepočet výkonu doskových telies**

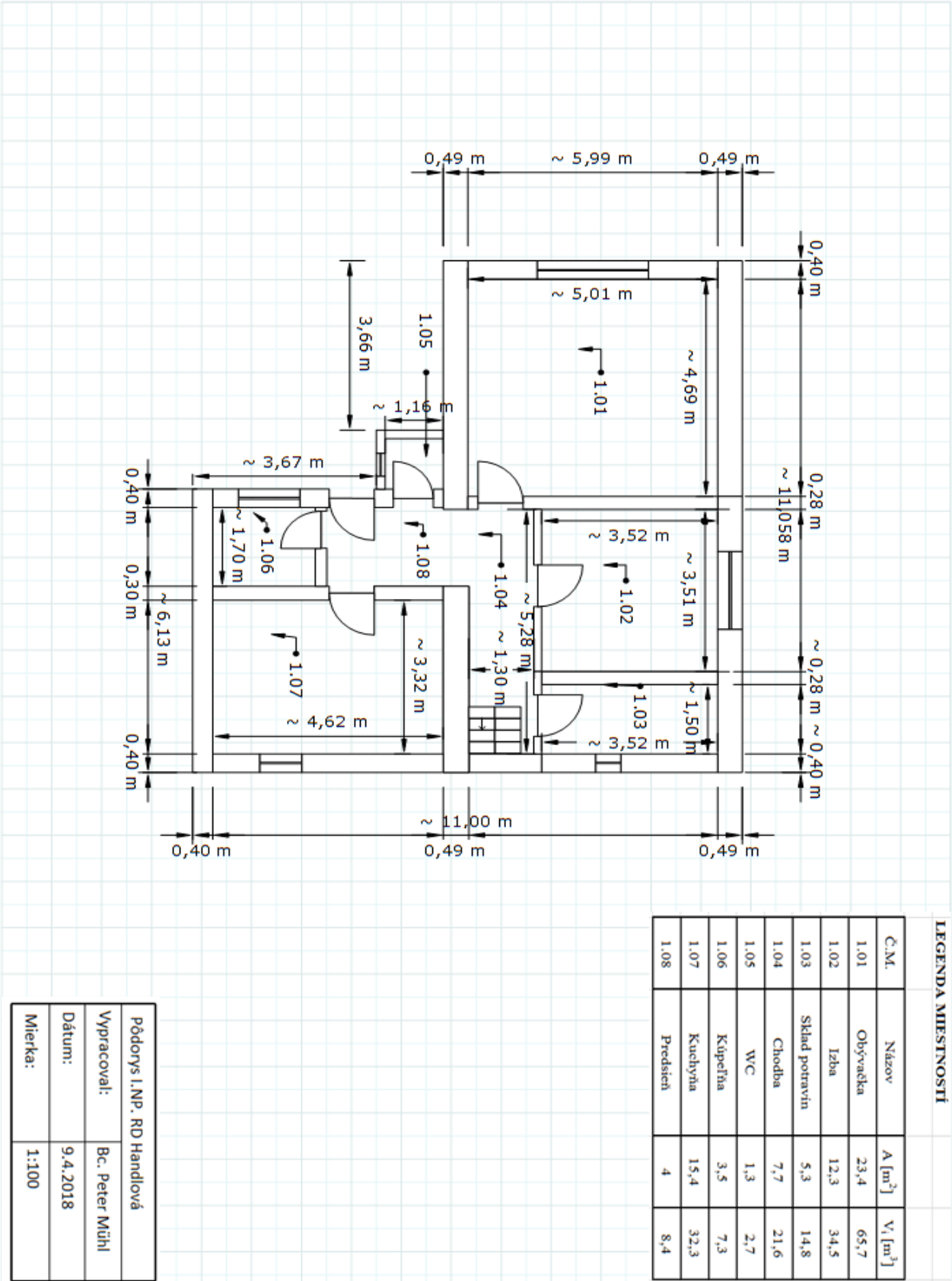
**Príloha M: Hydraulické zapojenie navrhnutého TČ**

**Príloha N: Rozvinutý rez navrhnutých vykurovacích telies pre TČ**

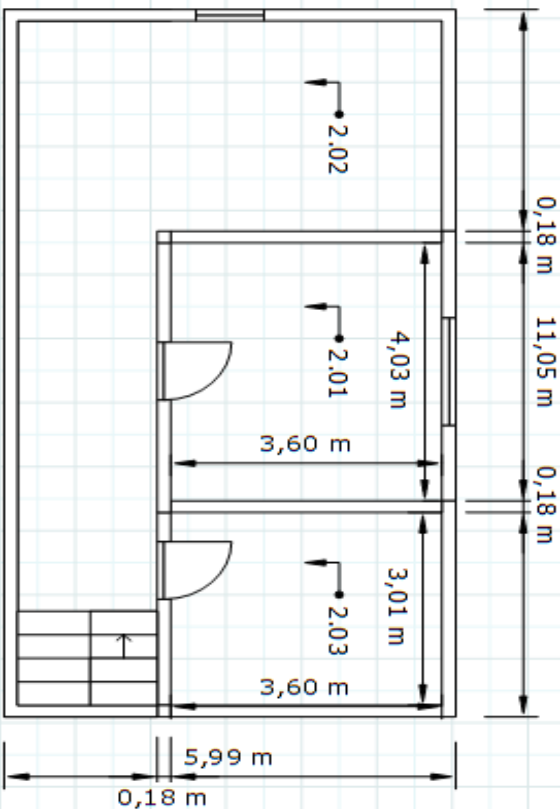
**Príloha O: Montážne inštrukcie pre navrhnuté TČ**

# Prílohy

## Príloha A: Pôdorys I.NP. zadaného objektu



Príloha B: Pôdorys II. NP. zadaného objektu

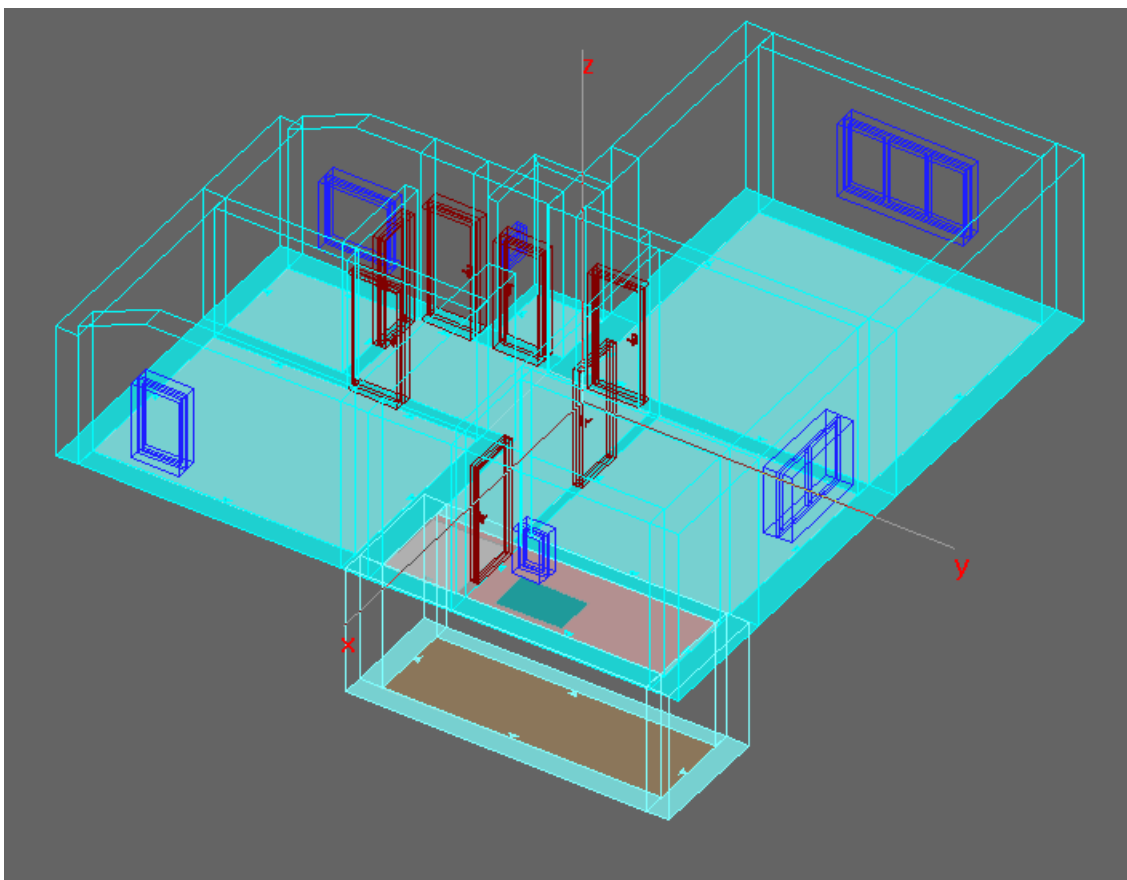


LEGENDA MIESTNOSTÍ

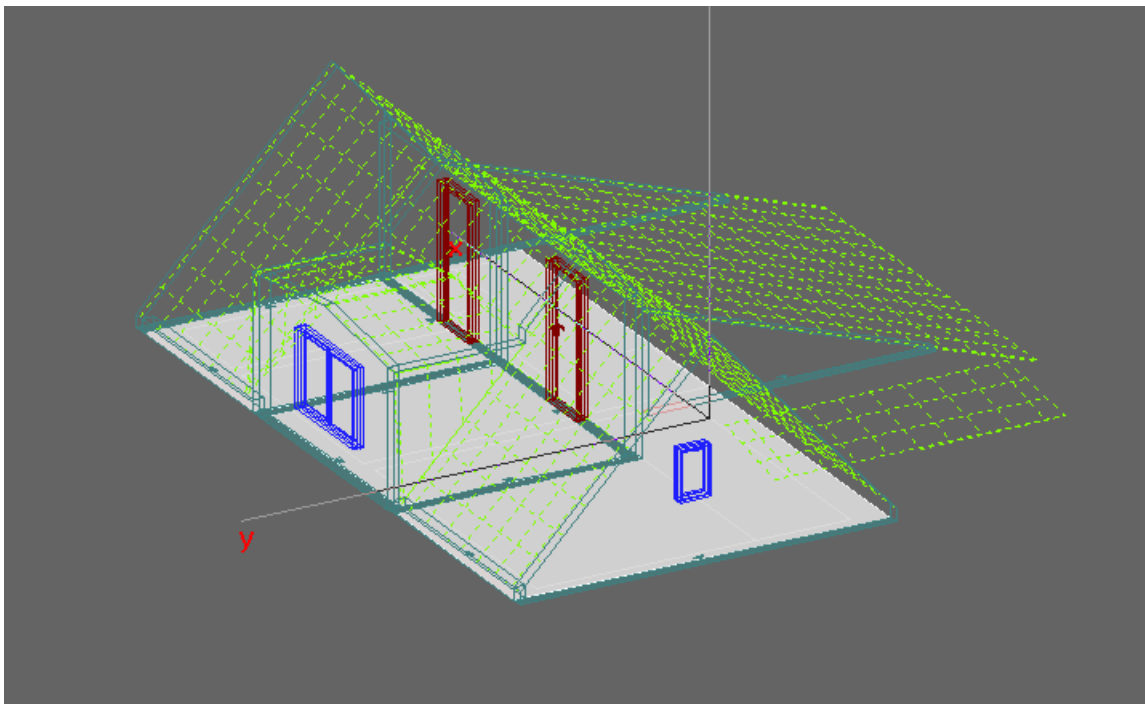
Č.M.	Názov	A [m <sup>2</sup> ]	V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> ]
2.01	Izba č.2	14,5	31,9
2.02	Podkrovie	34,5	76
2.03	Technická miestnosť	11,4	25,1

Pôdorys II. NP. RD Handlová	
Vypracoval:	Bc. Peter Mühl
Dátum:	9.4.2018
Mierka:	1:100

### Príloha C: 3D model I.NP objektu z výpočtového programu TechCON



### Príloha D: 3D model II.NP. objektu z výpočtového programu TechCON



## Príloha E: Výsledky výpočtu tepelných strát

### Tepelné straty cez konštrukcie:

Steny celkom : 6607 W  
 Vonkajšie steny : 6269 W  
 Steny v styku so zeminou : 0 W  
 Steny s nevykurovaným priestorom : 1558 W  
 Ostatné steny : -1220 W

Podlahy : 361 W  
 Stropy : 698 W  
 Strecha : 0 W

Okná : 764 W  
 Dvere : 160 W

Tepelné mosty (zjednodušená metóda) : 2013 W  
 (zahnuté už v stratách konštrukcií)

Tepelné mosty : 0 W

Celkové straty vetraním : 1482 W  
 Zohľadnené straty vetraním pre výpočet  
 projektovaného tepelného príkonu : 1482 W

Celková tepelná strata : 10072 W

Ročná potreba tepla na vykurovanie : 71.55 GJ/rok

Miestnosti	plocha [m <sup>2</sup> ]	objem [m <sup>3</sup> ]	Tepelná strata na m <sup>2</sup> [W/m <sup>2</sup> ]	Tepelná strata na m <sup>3</sup> [W/m <sup>3</sup> ]	Celková tepelná strata [W]
-1.1 - Pivnica	7.3	14.6	0	0	0
1.01 - Obývačka	23.4	65.7	185	66	4336
1.02 - Izba	12.3	34.5	160	57	1968
1.03 - Sklad potravín	5.3	14.8	-0	-0	-0
1.04 - Chodba	7.7	21.6	0	0	0
1.05 - WC	1.3	2.7	252	120	318
1.07 - Kúpeľňa	3.5	7.3	197	94	688
1.08 - Kuchyňa	15.4	32.3	100	48	1538
1.09 - Predsieň	4.0	8.4	0	0	0
2.01 - Izba	14.5	31.9	84	38	1223
2.02 - Podkrovie	34.5	76.0	0	0	1
2.03 - Technická miestnosť	11.4	25.1	0	0	1

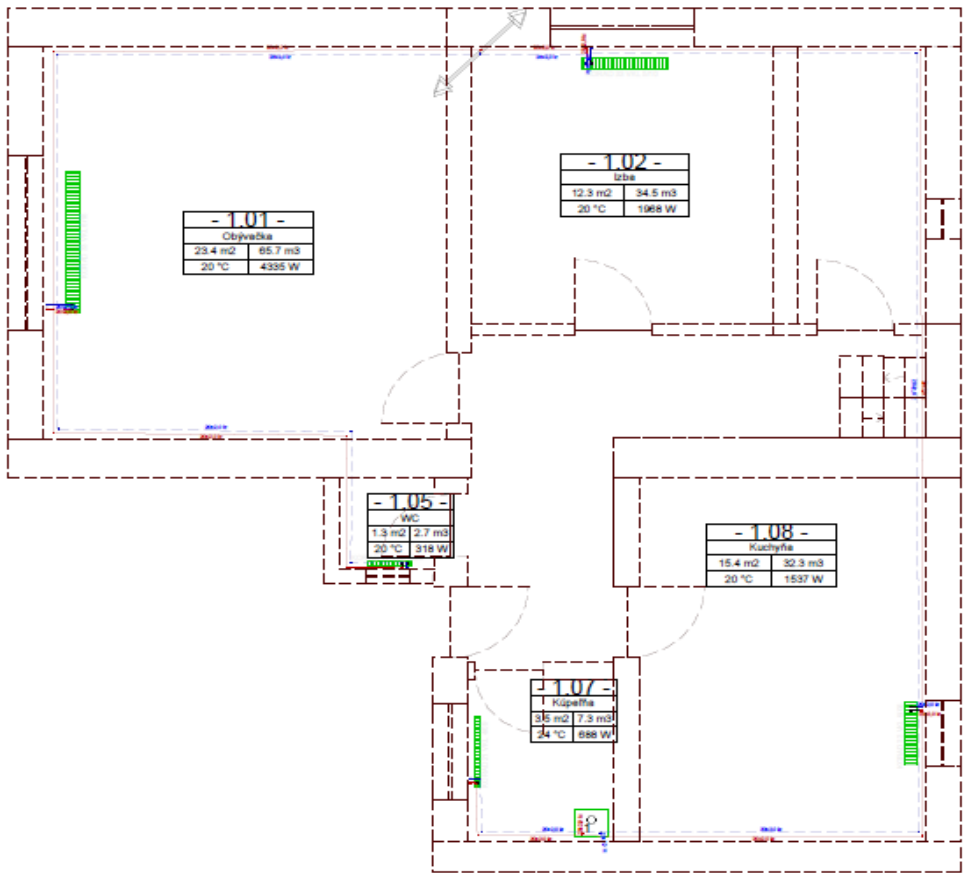
Plocha budovy : 141 m<sup>2</sup>

Objem budovy : 335 m<sup>3</sup>

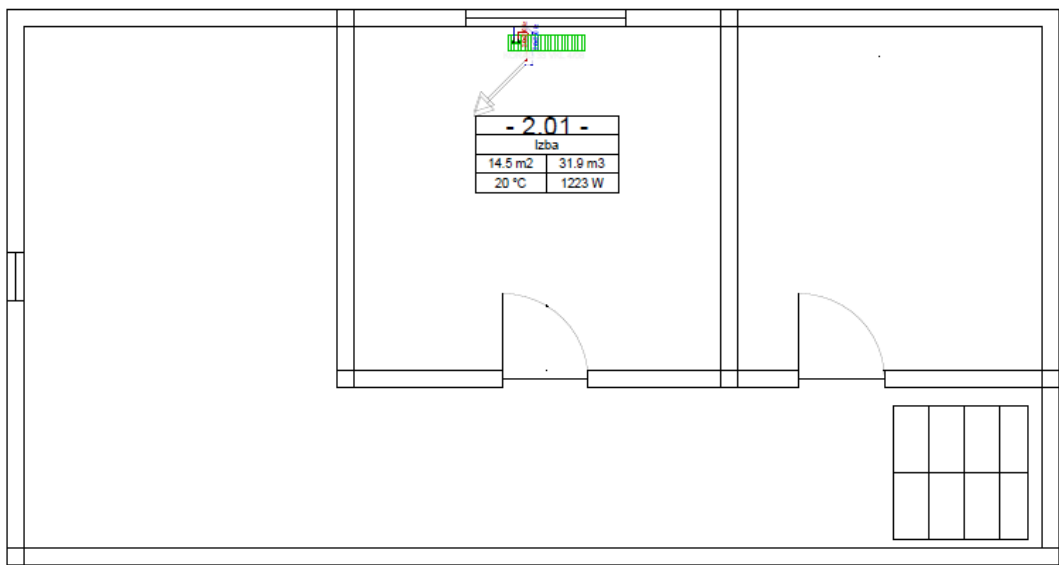
Tepelná strata budovy na m<sup>3</sup>: 30 W/m<sup>3</sup>

Priemerná tepelná strata budovy na m<sup>2</sup>: 72 W/m<sup>2</sup>

**Príloha F: Návrh ústredného vykurovania - pôdorys I.NP.**



**Príloha G: Návrh ústredného vykurovania - pôdorys II.NP.**



## Príloha H: Návrh ústredného vykurovania – výsledky tlakových strát

Okrajové podmienky - Vitodens 100-W WB1C 19kW:											
Dispozičný tlak:		H=	16604	Pa							
Max. rýchlosť:		v=	0,8	m/s							
Max. tlaková strata:		R=	400	Pa/m							
Teplota prívodu:		tp=	85	°C							
Teplota späťochlady:		ts=	63,10995	°C							
Okruh 1 : 2.01 - Izba : KORAD 33 VKL 4/08											
Úseky											
Číslo úseku	Výkon Q [W]	Hmotn. prietok Mh [kg/h]	Dĺžka úseku l [m]	Priemer potrubia d [mm]	Merná tlaková strata R [Pa/m]	Rýchlosť prúdenia v [m/s]	Tlaková strata trením R*I [Pa]	Celk. súč. vrad. odporov Σ ξ [-]	Tlaková strata odpormi z [Pa]	Celková tlaková strata R*I+z [Pa]	
1	11119	435,9	0,63	20x2,0	294,6	0,62	184,57	3,0	561,33	746	
2	10227	392,5	5,55	20x2,0	244,3	0,56	1356,77	4,4	669,82	2027	
3	8382	321,6	12,30	20x2,0	171,2	0,46	2106,02	3,2	325,96	2432	
4	5824	160,8	1,55	20x2,0	51,1	0,23	79,28	1,0	25,80	105	
5	1309	32,1	3,98	20x2,0	2,3	0,05	9,22	219,2	219,89	229	
6	1309	32,1	4,30	20x2,0	2,3	0,05	9,96	40,1	40,27	50	
7	5824	160,8	1,61	20x2,0	51,1	0,23	82,10	2,0	51,03	133	
8	8382	321,6	12,09	20x2,0	171,2	0,46	2070,06	3,5	358,26	2428	
9	10227	392,5	5,29	20x2,0	244,3	0,56	1292,75	5,9	892,93	2186	
10	11119	435,9	0,63	20x2,0	294,6	0,62	184,32	0,5	96,70	281	
Celková tlaková strata okruhu				ΔPc =	10617	Pa	Σ R*I+z				10617
Tlakový rozdiel vyregulovaný na ventiloch				ΔPr=	0	Pa					
Tlakový rozdiel k regulovaniu na VT				ΔPr=	6161	Pa					
Zostatkový dispozičný tlak				ΔPdif=	0	Pa					
Podmienka				H > Hpotr							
Posúdenie				16604 =	16604	Vyhovuje					
Nastavenie ventilov na vykurovacom telese											
Prívod 1 (kv=0.130)				ΔPv=	6351,39	Pa	ΔPš =	6160,566	Pa		
Späťochlady 4.00 Otv. (kv=1.900)				ΔPv=	29,73365	Pa	ΔPš =	0	Pa		
Okruh 2 : 1.05 - WC : KORAD 11 VKL 4/05											
Úseky											
Číslo úseku	Výkon Q [W]	Hmotn. prietok Mh [kg/h]	Dĺžka úseku l [m]	Priemer potrubia d [mm]	Merná tlaková strata R [Pa/m]	Rýchlosť prúdenia v [m/s]	Tlaková strata trením R*I [Pa]	Celk. súč. vrad. odporov Σ ξ [-]	Tlaková strata odpormi z [Pa]	Celková tlaková strata R*I+z [Pa]	
1	11119	435,9	0,63	20x2,0	294,6	0,62	184,57	3,0	561,33	746	
2	10227	392,5	5,55	20x2,0	244,3	0,56	1356,77	4,4	669,82	2027	
3	8382	321,6	12,30	20x2,0	171,2	0,46	2106,02	3,2	325,96	2432	
4	5824	160,8	1,55	20x2,0	51,1	0,23	79,28	1,0	25,80	105	
11	4516	128,7	7,92	20x2,0	34,7	0,18	274,57	3,3	52,56	327	
12	417	25,7	7,54	20x2,0	1,6	0,04	12,04	222,9	144,31	156	
13	417	25,7	7,61	20x2,0	1,6	0,04	12,14	45,4	29,37	42	
14	4516	128,7	7,77	20x2,0	34,7	0,18	269,20	3,6	57,43	327	
7	5824	160,8	1,61	20x2,0	51,1	0,23	82,10	2,0	51,03	133	
8	8382	321,6	12,09	20x2,0	171,2	0,46	2070,06	3,5	358,26	2428	
9	10227	392,5	5,29	20x2,0	244,3	0,56	1292,75	5,9	892,93	2186	
10	11119	435,9	0,63	20x2,0	294,6	0,62	184,32	0,5	96,70	281	
Celková tlaková strata okruhu				ΔPc =	11189	Pa	Σ R*I+z				11190
Tlakový rozdiel vyregulovaný na ventiloch				ΔPr=	0	Pa					
Tlakový rozdiel k regulovaniu na VT				ΔPr=	5414	Pa					
Zostatkový dispozičný tlak				ΔPdif=	116	Pa					
Podmienka				H > Hpotr							
Posúdenie				16604 >	15190	Vyhovuje					
Nastavenie ventilov na vykurovacom telese											
Prívod 1 (kv=0.130)				ΔPv=	4124,841	Pa	ΔPš =	4000,912	Pa		
Späťochlady 0,25 (kv=0.230)				ΔPv=	1317,766	Pa	ΔPš =	1298,456	Pa		
Okruh 3 : 1.08 - Kuchyňa : KORAD 33 VKL 5/08											
Úseky											
Číslo úseku	Výkon Q [W]	Hmotn. prietok Mh [kg/h]	Dĺžka úseku l [m]	Priemer potrubia d [mm]	Merná tlaková strata R [Pa/m]	Rýchlosť prúdenia v [m/s]	Tlaková strata trením R*I [Pa]	Celk. súč. vrad. odporov Σ ξ [-]	Tlaková strata odpormi z [Pa]	Celková tlaková strata R*I+z [Pa]	
1	11119	435,9	0,63	20x2,0	294,6	0,62	184,57	3,0	561,33	746	
2	10227	392,5	5,55	20x2,0	244,3	0,56	1356,77	4,4	669,82	2027	
15	1845	70,9	0,29	20x2,0	12,2	0,10	3,57	230,9	1136,47	1140	
16	1845	70,9	0,31	20x2,0	12,2	0,10	3,76	21,9	107,56	111	
9	10227	392,5	5,29	20x2,0	244,3	0,56	1292,75	5,9	892,93	2186	
10	11119	435,9	0,63	20x2,0	294,6	0,62	184,32	0,5	96,70	281	
Celková tlaková strata okruhu				ΔPc =	6491	Pa	Σ R*I+z				6491
Tlakový rozdiel vyregulovaný na ventiloch				ΔPr=	0	Pa					
Tlakový rozdiel k regulovaniu na VT				ΔPr=	10113	Pa					
Zostatkový dispozičný tlak				ΔPdif=	132	Pa					
Podmienka				H > Hpotr							
Posúdenie				16604 >	9211	Vyhovuje					
Nastavenie ventilov na vykurovacom telese											
Prívod 2.00 (kv=0.220)				ΔPv=	10920,25	Pa	ΔPš =	9980,625	Pa		
Späťochlady -- Otv. (kv=2.400)				ΔPv=	91,76045	Pa	ΔPš =	0	Pa		

Okruh 4 : 1.02 - Izba : KORAD 33 VKL 5/10											
Úseky											
Číslo úseku	Výkon Q [W]	Hmotn. prietok Mh [kg/h]	Dĺžka úseku l [m]	Priemer potrubia d [mm]	Merná tlaková strata R [Pa/m]	Rýchlosť prúdenia v [m/s]	Tlaková strata trením R*I [Pa]	Celk. súč. vrad. odporov Σ ξ [-]	Tlaková strata odpormi z [Pa]	Celková tlaková strata R*I+z [Pa]	
1	11119	435,9	0,63	20x2,0	294,6	0,62	184,57	3,0	561,33	746	
2	10227	392,5	5,55	20x2,0	244,3	0,56	1356,77	4,4	669,82	2027	
3	8382	321,6	12,30	20x2,0	171,2	0,46	2106,02	3,2	325,96	2432	
17	2557	160,8	0,40	20x2,0	49,8	0,23	19,92	208,6	5289,68	5310	
18	2557	160,8	0,45	20x2,0	49,8	0,23	22,40	37,3	946,15	969	
8	8382	321,6	12,09	20x2,0	171,2	0,46	2070,06	3,5	358,26	2428	
9	10227	392,5	5,29	20x2,0	244,3	0,56	1292,75	5,9	892,93	2186	
10	11119	435,9	0,63	20x2,0	294,6	0,62	184,32	0,5	96,70	281	
Celková tlaková strata okruhu				ΔPc =	16378	Pa	Σ R*I+z				16379
Tlakový rozdiel vyregulovaný na ventiloch				ΔPr=	0	Pa					
Tlakový rozdiel k regulovaniu na VT				ΔPr=	226	Pa					
Zostatkový dispozičný tlak				ΔPdif=	138	Pa					
Podmienka				H > Hpotr							
Posúdenie				16604 >	16378	Vyhovuje					
Nastavenie ventilov na vykurovacom telese											
Prívod		8.00 Otv. (kv=0.750)		ΔPv=	4853,875	Pa	ΔPš =	0	Pa		
Spiatočka		3.80 (kv=1.798)		ΔPv=	844,5623	Pa	ΔPš =	88,2453	Pa		
Okruh 5 : 1.07 - Kúpeľňa : KORAD 21 VKL 4/09											
Úseky											
Číslo úseku	Výkon Q [W]	Hmotn. prietok Mh [kg/h]	Dĺžka úseku l [m]	Priemer potrubia d [mm]	Merná tlaková strata R [Pa/m]	Rýchlosť prúdenia v [m/s]	Tlaková strata trením R*I [Pa]	Celk. súč. vrad. odporov Σ ξ [-]	Tlaková strata odpormi z [Pa]	Celková tlaková strata R*I+z [Pa]	
1	11119	435,9	0,63	20x2,0	294,6	0,62	184,57	3,0	561,33	746	
19	892	43,4	2,20	20x2,0	3,5	0,06	7,65	212,9	392,15	400	
20	892	43,4	2,42	20x2,0	3,5	0,06	8,42	54,5	100,39	109	
10	11119	435,9	0,63	20x2,0	294,6	0,62	184,32	0,5	96,70	281	
Celková tlaková strata okruhu				ΔPc =	1536	Pa	Σ R*I+z				1536
Tlakový rozdiel vyregulovaný na ventiloch				ΔPr=	0	Pa					
Tlakový rozdiel k regulovaniu na VT				ΔPr=	15068	Pa					
Zostatkový dispozičný tlak				ΔPdif=	4	Pa					
Podmienka				H > Hpotr							
Posúdenie				16604 >	5277	Vyhovuje					
Nastavenie ventilov na vykurovacom telese											
Prívod		1 (kv=0.130)		ΔPv=	11724,92	Pa	ΔPš =	11372,66	Pa		
Spiatočka		0,25 (kv=0.230)		ΔPv=	3745,77	Pa	ΔPš =	3690,88	Pa		
Okruh 6 : 1.01 - Obývačka : KORAD 33 VKL 6/18											
Úseky											
Číslo úseku	Výkon Q [W]	Hmotn. prietok Mh [kg/h]	Dĺžka úseku l [m]	Priemer potrubia d [mm]	Merná tlaková strata R [Pa/m]	Rýchlosť prúdenia v [m/s]	Tlaková strata trením R*I [Pa]	Celk. súč. vrad. odporov Σ ξ [-]	Tlaková strata odpormi z [Pa]	Celková tlaková strata R*I+z [Pa]	
1	11119	435,9	0,63	20x2,0	294,6	0,62	184,57	3,0	561,33	746	
2	10227	392,5	5,55	20x2,0	244,3	0,56	1356,77	4,4	669,82	2027	
3	8382	321,6	12,30	20x2,0	171,2	0,46	2106,02	3,2	325,96	2432	
4	5824	160,8	1,55	20x2,0	51,1	0,23	79,28	1,0	25,80	105	
11	4516	128,7	7,92	20x2,0	34,7	0,18	274,57	3,3	52,56	327	
21	4098	103,0	0,55	20x2,0	23,7	0,15	13,15	204,7	2117,80	2131	
22	4098	103,0	0,60	20x2,0	23,7	0,15	14,35	37,1	384,23	399	
14	4516	128,7	7,77	20x2,0	34,7	0,18	269,20	3,6	57,43	327	
7	5824	160,8	1,61	20x2,0	51,1	0,23	82,10	2,0	51,03	133	
8	8382	321,6	12,09	20x2,0	171,2	0,46	2070,06	3,5	358,26	2428	
9	10227	392,5	5,29	20x2,0	244,3	0,56	1292,75	5,9	892,93	2186	
10	11119	435,9	0,63	20x2,0	294,6	0,62	184,32	0,5	96,70	281	
Celková tlaková strata okruhu				ΔPc =	13521	Pa	Σ R*I+z				13522
Tlakový rozdiel vyregulovaný na ventiloch				ΔPr=	0	Pa					
Tlakový rozdiel k regulovaniu na VT				ΔPr=	3083	Pa					
Zostatkový dispozičný tlak				ΔPdif=	177	Pa					
Podmienka				H > Hpotr							
Posúdenie				16604 >	14094	Vyhovuje					
Nastavenie ventilov na vykurovacom telese											
Prívod		6.00 (kv=0.570)		ΔPv=	3407,264	Pa	ΔPš =	1439,228	Pa		
Spiatočka		1.75 (kv=0.790)		ΔPv=	1773,786	Pa	ΔPš =	1467,132	Pa		



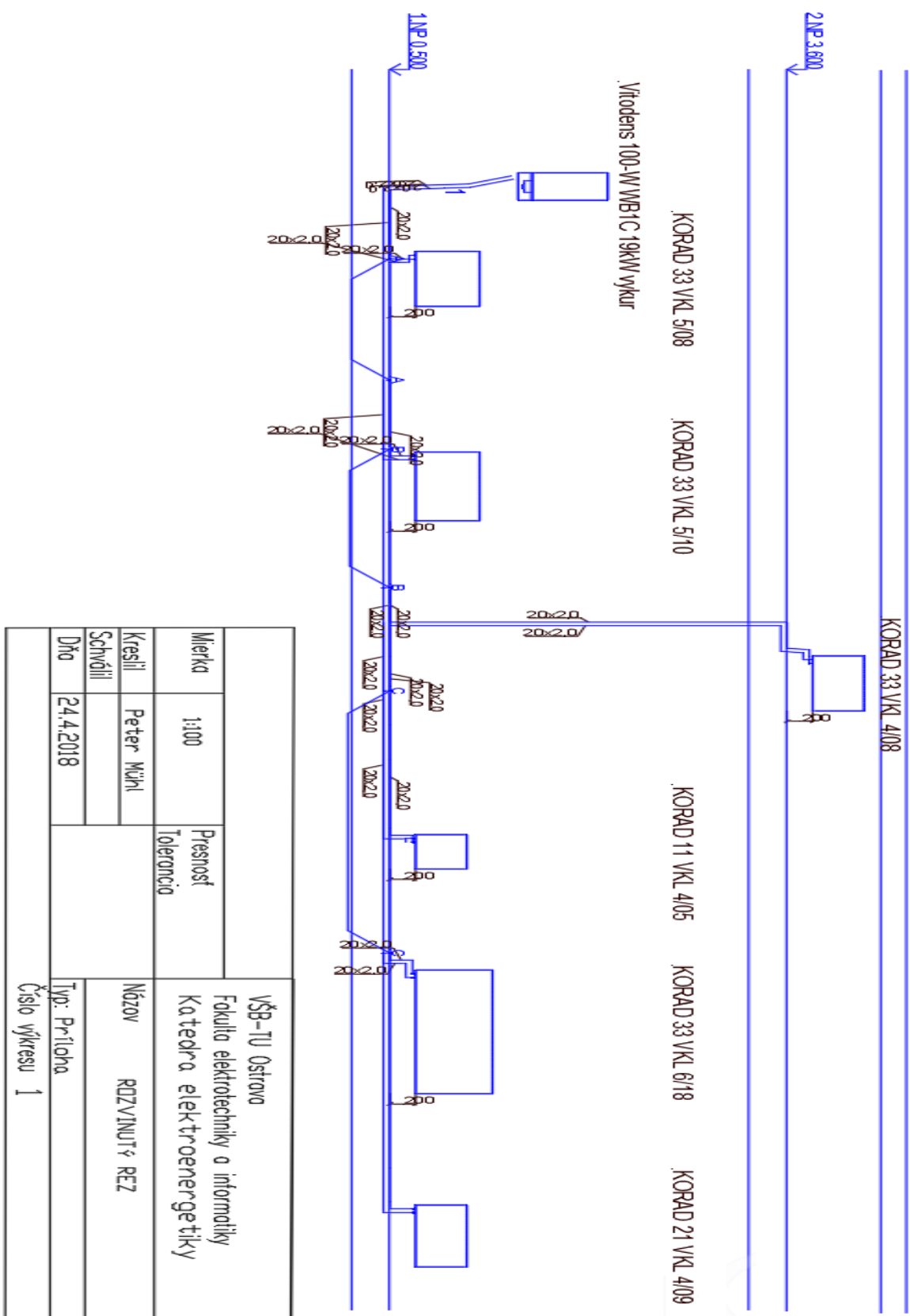
# Príloha I: Návrh ústredného vykurovania - cenová ponuka

č.	Artikel	Druh výrobku	Výrobca	Názov	Množstvo	Jednotka	Jednotková cena	Celková cena
1	B1HA100	Kotle	VISSMANN kotly a radiátory	Vitodens 100-W WB1C 19kW vykुर	1	ks	1 455,00 €	1 455,00 €
2	A1JA005	Kotle	VISSMANN kotly a radiátory	Vitopend 100-W 10,5-24kW kombi komín	1	ks	873,00 €	873,00 €
3	B1HA242	Kotle	VISSMANN kotly a radiátory	zostava Vitodens 100-W WB1C 19 kW 120 l	1	ks	2 187,00 €	2 187,00 €
4	11VKL 5/04	Vykurovacie telesá	U.S. Steel Košice	KORAD 11 VKL 400/500	1	ks	67,92 €	67,92 €
5	21VKL 9/04	Vykurovacie telesá	U.S. Steel Košice	KORAD 21 VKL 400/900	1	ks	105,78 €	105,78 €
6	33VKL 8/04	Vykurovacie telesá	U.S. Steel Košice	KORAD 33 VKL 400/800	1	ks	152,00 €	152,00 €
7	33VKL 8/05	Vykurovacie telesá	U.S. Steel Košice	KORAD 33 VKL 500/800	1	ks	162,09 €	162,09 €
8	33VKL 10/05	Vykurovacie telesá	U.S. Steel Košice	KORAD 33 VKL 500/1000	1	ks	188,03 €	188,03 €
9	33VKL 18/06	Vykurovacie telesá	U.S. Steel Košice	KORAD 33 VKL 600/1800	1	ks	313,07 €	313,07 €
10	003L0282	Regulačné armatúry	DANFOSS s.r.o.	RLV-K rohový R 1/2 / G 3/4	5	ks	18,10 €	90,50 €
11	V2495EY015	Regulačné armatúry	HONEYWELL	Verafix VKE uzatváracie šróbenie H-blok pre telesá VK, rohové G1/2	1	ks	10,20 €	10,20 €
12	11368101050	Napojenie vyk. telies	REHAU	Rúrka RAUTHERM S v ochrannej rúrke 20x2,0 ( 50 m )	88,29	m	3,19 €	281,65 €
13	12607201002	Napojenie vyk. telies	REHAU	Kolenová pripojovacia garnitúra 20/250	2	ks	10,95 €	21,90 €
14	12406011001	Napojenie vyk. telies	REHAU	Pripojovací skrutkový spoj G 3/4-15 ( 1 pár )	1	pár	6,80 €	6,80 €
15	12588771002	Napojenie vyk. telies	REHAU	T-kus , odbočka a prietok rovnaké 20/20/20	10	ks	8,07 €	80,70 €
16	12503071002	Napojenie vyk. telies	REHAU	Násuvná objímka 20 x 2,0	32	ks	1,03 €	32,96 €
17	013G4125	Napojenie vyk. telies	DANFOSS s.r.o.	Zverná spojka pre oceľové a medené rúrky (G 3/4") DN 15	10	ks	3,00 €	30,00 €
18	013G2980	Napojenie vyk. telies	DANFOSS s.r.o.	Termostatická hlavica RA 2980 so zabudovaným snímačom	5	ks	19,20 €	96,00 €
							VŠETKY CENY SÚ BEZ DPH!	
							Celková cena s klasickým kotlom Vitopend 100-W 10,5-24kW kombi	2 512,60 €
							Celková cena s kondenzačným kotlom Vitodens 100-W WB1C 19kW vykुर	3 094,60 €
							Celková cena s kondenzačným kotlom a expanznou nádržou - zostava Vitodens 100-W WB1C 19 kW 120 l	3 826,60 €

# Príloha J: Návrh vykurovania s TČ - cenová ponuka

č.	Artikel	Druh výrobku	Výrobca	Názov	Množstvo	Jednotka	Jednotková cena	Celková cena
1	233401	Tepelné čerpadlo	Stiebel Eltron	WPL 18 E cool	1	ks	8 879,00 €	8 879,00 €
5	11VKL 5/04	Vykurovacie telesá	VOGEL & NOOT	T6 22 VM 300/520	1	ks	53,50 €	53,50 €
6	21VKL 9/04	Vykurovacie telesá	VOGEL & NOOT	T6 22 VM 500/1000	1	ks	99,90 €	99,90 €
7	33VKL 8/04	Vykurovacie telesá	VOGEL & NOOT	T6 33 VM 500/1000	1	ks	150,00 €	150,00 €
8	33VKL 8/05	Vykurovacie telesá	VOGEL & NOOT	T6 33 VM 600/1120	1	ks	180,00 €	180,00 €
9	33VKL 10/05	Vykurovacie telesá	VOGEL & NOOT	T6 33 VM 900/1120	1	ks	260,00 €	260,00 €
10	33VKL 18/06	Vykurovacie telesá	VOGEL & NOOT	T6 33 VM 900/2400	1	ks	534,00 €	534,00 €
11	003L0282	Regulačné armatúry	HERZ	TS-3000 rohové (2 rúrková sústava) R 3/4 x G 3/4	6	ks	20,51 €	123,06 €
13	11368101050	Napojenie vyk. telies	REHAU	Rúrka RAUTHERM S v ochrannej rúrke 20x2,0 ( 50 m )	89,23	m	3,19 €	284,64 €
16	12588771002	Napojenie vyk. telies	REHAU	T-kus , odbočka a prietok rovnaké 20/20/20	10	ks	8,07 €	80,70 €
17	12503071002	Napojenie vyk. telies	REHAU	Násuvná objímka 20 x 2,0	30	ks	1,03 €	30,90 €
18	013G4125	Napojenie vyk. telies	DANFOSS s.r.o.	Zverná spojka pre oceľové a medené rúrky (G 3/4") DN 15	12	ks	3,00 €	36,00 €
							VŠETKY CENY SÚ BEZ DPH!	
							Celková cena	10 711,70 €

## Príloha K: Návrh ústredného vykurovania – rozvinutý rez



## Príloha L: Tabuľka na prepočet výkonu doskových telies

### 12 VÝBER VYKUROVACIEHO TELESA

Pri normálnom a nízkom tepelnom spáde sa môže použiť zjednodušený postup:

Z tabuliek je možnosť vyhľadať vhodné vyhrievacie teleso, ktorého tepelný výkon zodpovedá vypočítanej hodnote pri prevádzkových podmienkach.

Vstupná teplota vody  $t_1$  75 °C  
Výstupná teplota vody  $t_2$  65 °C  
teplota vzduchu  $t_r$  20 °C

Pretože k výpočtu výkonu alebo prepočtového faktoru bol použitý priemerný exponent (1.3), môže dôjsť pri výpočte hodnôt výkonu k minimálnym odchýlkam.

Pre iné prevádzkové podmienky je nutné vykonať prepočet podľa vzťahu:

$$\Phi_s = \Phi_{HL,i} \times f$$

kde:

$\Phi_s$  = tepelný výkon vyhrievacieho telesa pri prevádzkových podmienkach podľa EN 442

$\Phi_{HL,i}$  = tepelný výkon vyhrievacieho telesa pri iných prevádzkových podmienkach podľa EN 12831

$f$  = prepočítavací faktor

Príklad:

Podľa EN 12831 požadovaný tepelný výkon je 1000 W

Hodnoty:  $t_1$  50 °C  
 $t_2$  40 °C  
 $t_r$  20 °C

Podľa tabuliek prepočítavací faktor = 2,50

Vstupná teplota vody °C	Výstupná teplota vody °C	teplota vzduchu °C						
		12	15	18	20	22	24	26
90	80	0,61	0,64	0,68	0,71	0,74	0,77	0,81
	70	0,67	0,72	0,76	0,80	0,83	0,87	0,91
80	70	0,74	0,79	0,84	0,88	0,93	0,97	1,03
	60	0,83	0,89	0,96	1,01	1,07	1,13	1,20
	50	0,96	1,04	1,13	1,20	1,28	1,37	1,47
75	65	0,82	0,88	0,95	1,00	1,05	1,12	1,18
	60	0,88	0,94	1,02	1,08	1,14	1,21	1,29
	55	0,94	1,01	1,10	1,17	1,24	1,32	1,42
70	65	0,87	0,94	1,01	1,07	1,13	1,19	1,27
	60	0,93	1,--	1,08	1,15	1,22	1,30	1,39
	55	0,99	1,08	1,17	1,25	1,33	1,42	1,53
	50	1,07	1,17	1,28	1,37	1,47	1,58	1,71
65	60	0,98	1,07	1,16	1,23	1,31	1,40	1,50
	55	1,05	1,15	1,26	1,34	1,43	1,54	1,66
	50	1,14	1,25	1,37	1,47	1,59	1,71	1,86
	45	1,24	1,37	1,52	1,64	1,78	1,94	2,13
60	55	1,13	1,23	1,36	1,45	1,56	1,68	1,82
	50	1,22	1,34	1,48	1,60	1,73	1,87	2,05
	45	1,33	1,47	1,65	1,78	1,94	2,13	2,36
	40	1,47	1,64	1,86	2,03	2,24	2,50	2,80
55	50	1,31	1,45	1,62	1,75	1,90	2,07	2,28
	45	1,43	1,60	1,80	1,96	2,15	2,37	2,64
	40	1,59	1,78	2,03	2,24	2,48	2,78	3,15
	35	1,78	2,03	2,36	2,64	2,99	3,43	4,02
50	45	1,56	1,75	1,98	2,17	2,40	2,67	3,--
	40	1,73	1,96	2,25	2,50	2,79	3,15	3,61
	35	1,94	2,24	2,63	2,96	3,38	3,92	4,64
	30	2,24	2,64	3,20	3,70	4,39	5,39	6,99
45	40	1,90	2,17	2,53	2,83	3,19	3,66	4,25
	35	2,15	2,50	2,96	3,37	3,89	4,58	5,52

$$\Phi_s = \Phi_{HL,i} \times f = 1000 \text{ Watt} \times 2,50 = 2500 \text{ Watt}$$

Odporúča sa montáž vyhrievacieho telesa, ktoré má pri (75/65/20) 2500 W výkon.

#### Presný postup výpočtu výkonu

Podľa vzorca  $\Phi = \Phi_s \left[ \frac{\Delta T}{\Delta T_s} \right]^n$  môžu byť všetky odchýlky výkonu od normového stavu výkonu vypočítané.

$\Phi$  = Výkon radiátora [W]

$\Phi_s$  = Normový výkon radiátora EN 442 [W]

$\Delta T$  = Aritmetická teplota radiátora cez normu [K]

$\Delta T_s$  = Aritmetická teplota radiátora cez normu 50 K pri normovom stave 75/65/20 °C

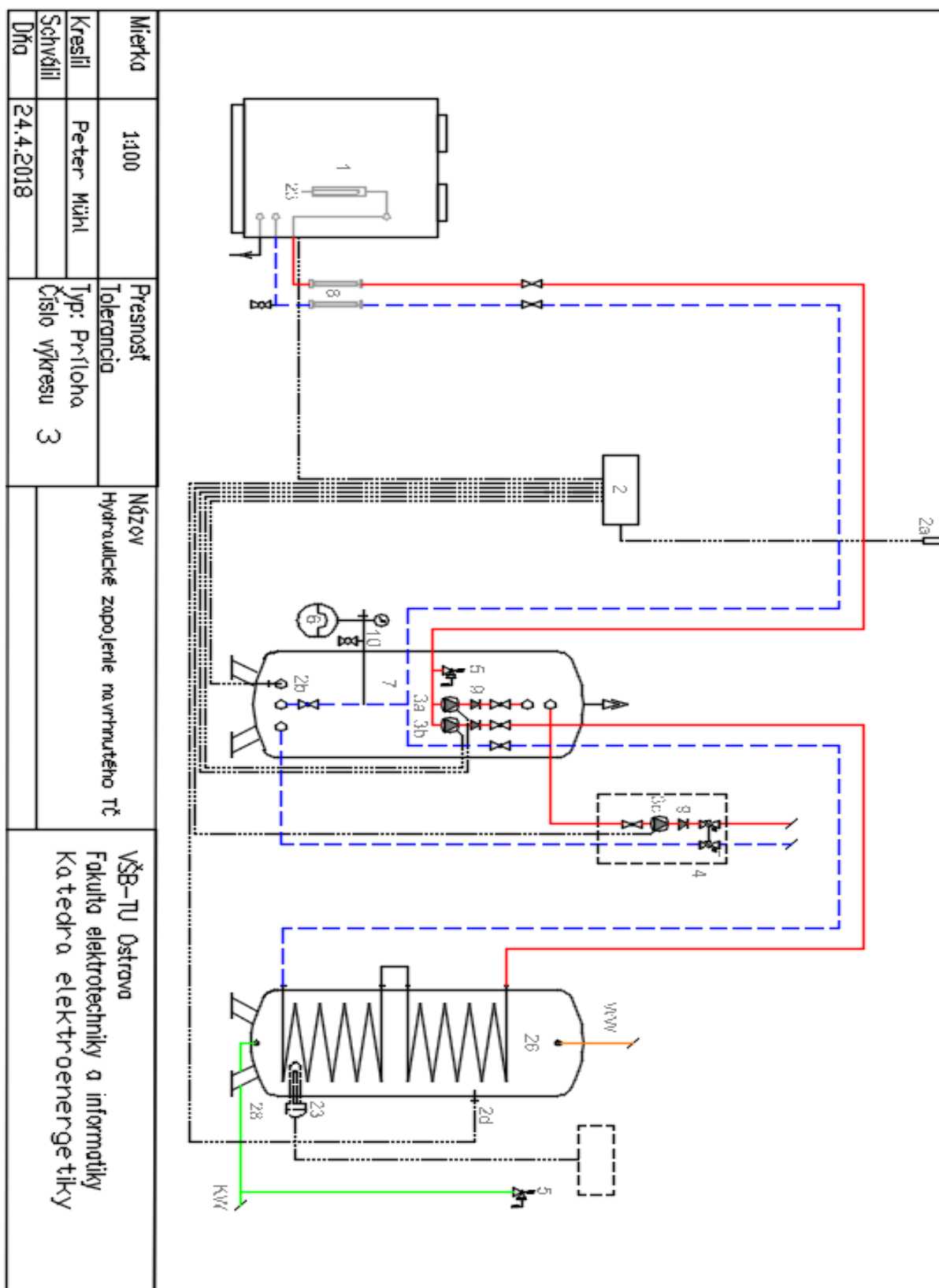
$n$  = Exponent radiátora

Pokyn: pokiaľ sú podmienky  $c = \frac{t_1 + t_2}{2} < 0,7$  splnené, budú teploty cez normu logaritmicke určené.

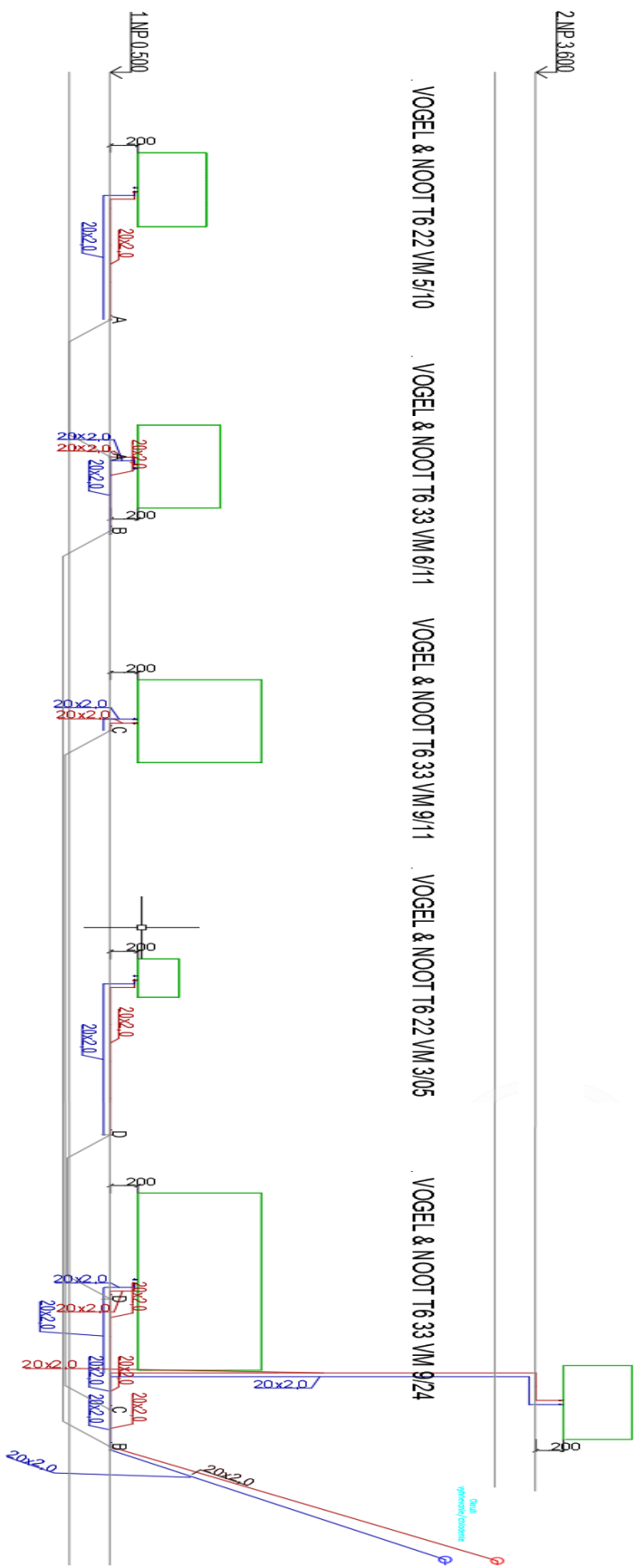
$$\Delta T_{\text{aritmeticky}} = \frac{t_2 - t_r}{t_1 - t_r} - t_r$$

$$\Delta T_{\text{logaritmicke}} = \frac{t_1 - t_2}{\ln \frac{t_1 - t_r}{t_2 - t_r}}$$

## Príloha M: Hydraulické zapojenie navrhnutého TČ



# Príloha N: Rozvinutý rez navrhnutých vykurovacích telies pre TČ



		VŠB-TU Ostrava Fakulta elektrotechniky a informatiky Katedra elektroenergetiky	
Merka	1:100	Presnosť Tolerancia	Názov RDZVINITÝ REZ
Kreslil	Peter Mühl		
Schválil			
Dňa	24.4.2018		Typ: Príloha
Číslo výkresu 2			

## Príloha O: Montážne inštrukcie pre navrhnuté TČ

Tepelné čerpadlo vzduch | voda WPL E cool  
Venkovní instalace

## Obecné informace

Podklad k instalaci tepelného čerpadla musí být vodorovný, rovný, pevný a trvanlivý. Rám tepelného čerpadla musí dosedat rovnoměrně. Nerovný podklad může mít negativní vliv na hlučnost tepelného čerpadla. Tepelné čerpadlo musí být ze všech stran přístupné.

Doporučený podklad:

- » Litá základová deska
- » Obrubníky
- » Kamenné desky

Pro hydraulické a elektroinstalační rozvody, které budete zavádět do tepelného čerpadla zespodu, musíte v podkladu vytvořit průchodku (volný prostor).

## Ochrana rozvodů topné vody před mrazem a vlhkostí

Topná a vratná strana musejí být při venkovní instalaci chráněny dostatečnou tepelnou izolací před mrazem a pokládkou do instalačních trubek před vlhkostí. Tloušťka izolace podle nařízení o úsporách energie.

Další ochranu proti zamrznutí nabízí snímač ochrany před mrazem, který je instalován do tepelného čerpadla. Tento snímač aktivuje při teplotě  $\leq +10^{\circ}\text{C}$  oběhové čerpadlo v okruhu tepelného čerpadla a zajistí tak ve všech součástech, které rozvádějí vodu, cirkulaci.

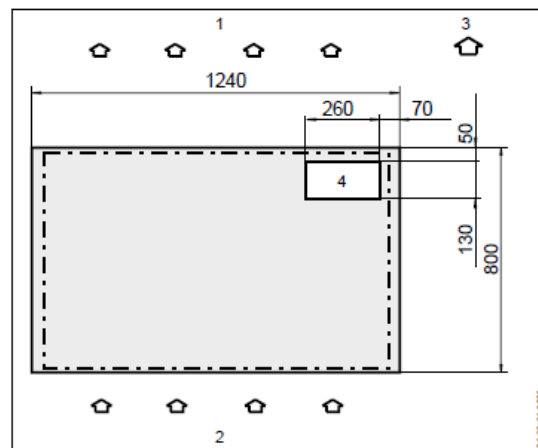
Pokud nelze po delší dobu zajistit spolehlivé elektrické napájení, musí být topné zařízení naplněno nemrznoucí směsí.

### Odtok kondenzátu

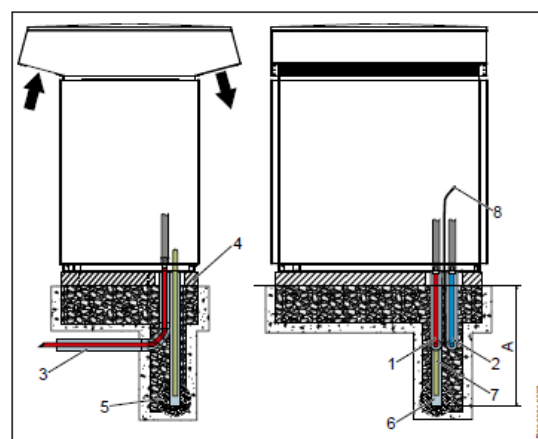
Hadice k odvádění kondenzátu musí být vyvedena z tepelného čerpadla dole nebo z boku pod trvalým spádem.

V případě venkovní instalace musí být vodní kondenzát vyveden stávajícím odtokem nebo musí ústít do jímky s hrubým šterkem. Přitom je třeba pamatovat na nezamrzlou pokládku.

## Základ



- |                  |                           |
|------------------|---------------------------|
| 1 Výstup vzduchu | 3 Převládající směr větrů |
| 2 Vstup vzduchu  | 4 Zavedení rozvodu        |



- |   |                                       |   |                                |
|---|---------------------------------------|---|--------------------------------|
| A | Nežermrná hloubka                     | 4 | Základ                         |
| 1 | Topení vstup.strana                   | 5 | Štěrkové lože                  |
| 2 | Topení vnitřní tok                    | 6 | Potrubií k odvědění kondenzátu |
| 3 | Instalační trubka pro napájecí rozvod | 7 | Odvod kondenzátu               |
|   |                                       | 8 | Elektr. přívodní kabel         |

